ANÁLISIS DIMENSIONAL - VECTORES: PARALELOGRAMO-POLÍGONO-DESCOMPOSICIÓN RECTANGULAR

DESARROLLO DEL TEMA

ANÁLISIS DIMENSIONAL

I. CONCEPTO

Estudia la relación entre las cantidades físicas fundamentales y las cantidades físicas derivadas.

Sea la cantidad física A

- [A]: Dimensión de la cantidad A.

En el SI:

[Longitud] = L

[Masa] = M

[Tiempo] = T

[Cantidad de sustancia] = N

[Temperatura termodinámica] = θ

[Intensidad de corriente eléctrica] = I

[Intensidad luminosa] = 1

Observación:
Los ángulos y los números son adimensionales
[Ángulo] = 1
[Números] = 1

II. PROPIEDADES

1. La fórmula dimensional (FD) de una constante numérica es la unidad (Constante Númerica < > Adimensional)

$[4] = 1$ $\quad \left[\sqrt{2}\right] = 1$ $\quad [\log 5] = 1$

$[\ln A] = 1$ $\quad [-0,2] = 1$ $\quad [\text{Sen}30°] = 1$

$[\log b] = 1$ $\quad [P] = 1$ $\quad [\cos\alpha] = 1$

$\left[\frac{2}{3}\right] = 1$

2. Las fórmulas dimensionales no se suman ni se restan

- $4m + 6m = 10m$
- $2m/s + 4m/s = 6m/s$
- $L + L = L$
- $LT^{-1} + LT^{-1} = LT^{-1}$
- $12kg - 4kg = 8kg$
- $M - M = M$

3. En las expresiones los exponentes de una cantidad física siempre son constantes numéricos

Ejemplo:
L^2, M^2, T^{-2}, L^3, LT^{-1}, ML^2T^{-2}, etc
Lo que no puede aceptarse es:
$4m^{2\ kg}$, L^M, ó $4m^{5s}$ (absurdo)

$\therefore$ Todo exponente es adimensional
$\Rightarrow$ [exponente] = 1

4. En las siguientes expresiones, se pueden aplicar las fórmulas dimensionales:

- $x = \frac{A}{B} \quad \Rightarrow \quad [x] = \frac{[A]}{[B]}$
- $x = A \cdot B \quad \Rightarrow \quad [x] = [A] \cdot [B]$
- $x = A^n \quad \Rightarrow \quad [x] = [A]^n$
- $x = \sqrt[n]{A} \quad \Rightarrow \quad [x] = [A]^{1/n}$

5. Principio de homogeneidad dimensional.

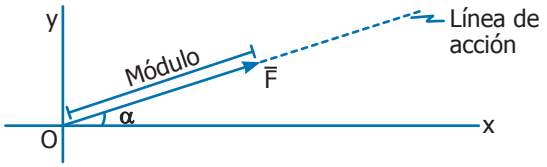
- $Ax^2 + Bv = CD - \frac{PQ}{R}$

$\Rightarrow$ Se cumple $[Ax^2] = [BV] = [CD] = \left[\frac{PQ}{R}\right]$

VECTORES I

Un vector se expresa mediante un segmento de recta orientado que sirve para representar a las magnitudes físicas vectoriales, tales como: el desplazamiento, la velocidad, la aceleración, la fuerza, etc.

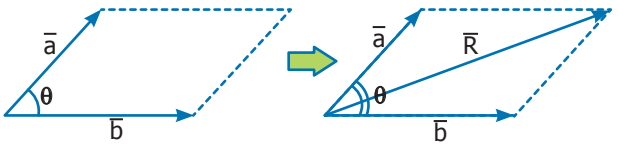
Representación Gráfica:



$\vec{F}$: Se lee, vector F
$|\vec{F}| = F$: Se lee, módulo del vector F
α : Dirección
O : Origen

MÉTODO DEL PARALELOGRAMO

Este método para sumar dos vectores consiste en unir dos vectores por su origen para así determinar el ángulo entre ellos con el cual vamos a trabajar. Trazamos paralelas a cada uno de los vectores. La intersección de estas formaran un paralelogramo de ahí el nombre del método. La resultante de dichos vectores se muestra en la figura:



$\overline{R} = \overline{a} + \overline{b}$ Vector resultante

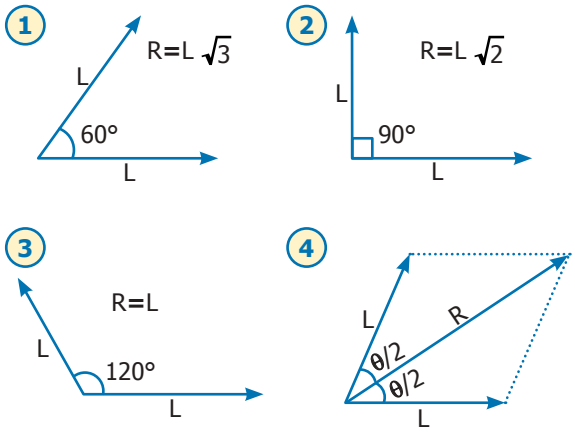
Módulo del vector resultante:

$$|\vec{R}| = |\vec{a} + \vec{b}| = \sqrt{a^2+b^2+2.a.b.Cos\theta}$$

- Si $\theta = 0°$ entonces $R_{max} = a + b$
- Si $\theta = 90°$ entonces $R = \sqrt{a^2 + b^2}$
- Si $\theta = 180°$ entonces $R_{min} = a - b$

$\therefore Rmin \leq R \leq R_{max}$

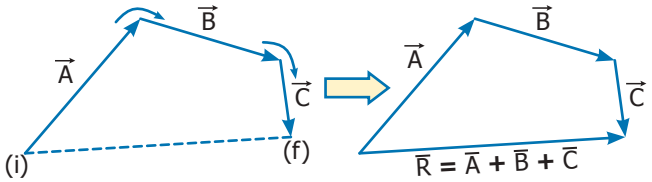
Propiedades:



VECTORES II

I. MÉTODO DEL POLÍGONO

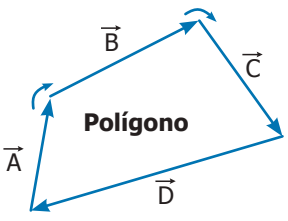
Este método consiste en graficar un grupo de vectores colocados uno a continuación de otro consecutivos, el vector resultante partirá desde el origen del primer vector hasta el extremo del último vector, así:



$\overline{R} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$

Caso especial:

Este es un caso en donde el origen del primer vector coincide con el extremo del último vector.



$\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = 0$

$\vec{R} = \vec{0}$ .....(vector nulo)

R = 0 ..... (cero)

Nota:

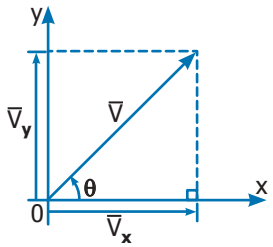
- Recuerda que el módulo de un vector es siempre positivo.
- Recuerda que los vectores se suman geométricamente y no algebraicamente.

II. DESCOMPOSICIÓN RECTANGULAR

A. Concepto

Es la operación que consiste en descomponer un vector: $\overline{V} = |\overline{V}| \angle\theta$ en función de otros ubicados sobre dos rectas perpendiculares (Eje x ∧ Eje y). Siguiendo los pasos señalados se obtendrán las componentes rectangulares: V_x ∧ V_y, los cuales verifican las siguientes relaciones:

$$V_x = V\cos\theta \qquad V_y = V\operatorname{Sen}\theta$$



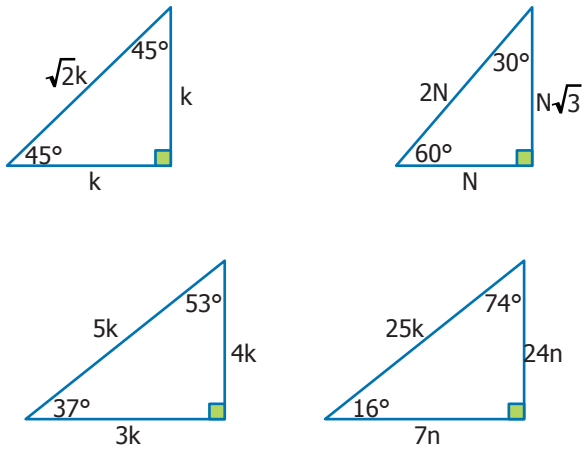
Observación:
Si conocieras las componentes V_x ∧ V_y de un vector "$\overline{V}$" entonces se cumplirá que:

Nota:
Ten presente que al descomponer rectangularmente un vector este se obtiene trazando paralelas a cada uno de los ejes rectangulares.

Módulo $|\overline{V}| = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

Dirección: Ángulo θ

- **Triángulos notables**



Nota:
Forma triángulos rectángulos para descomponer los vectores sobre los ejes rectangulares.

- **Método para hallar la resultante usando descomposición**

Paso 1: Los vectores que se sumarán se disponen partiendo del origen de coordenadas.

Paso 2: Los vectores inclinados respecto a los ejes se reemplazan por sus componentes rectangulares.

Paso 3: Se calcula la resultante en el eje X, así como la resultante parcial en el eje Y, para esto se suman algebraicamente las componentes en cada eje.

$$R_x = \Sigma\text{vectores eje x}$$

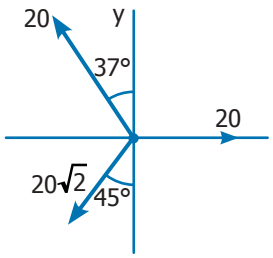
$$R_y = \Sigma\text{vectores eje y}$$

Paso 4:
Se calcula finalmente el módulo y dirección de la resultante, así:

$$\text{Resultante} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Ejemplo:

Hallar la resultante de:



Resultante: _____

Nota:
- Es más cómodo usar los triángulos rectángulos notables en la descomposición rectangular.
- Ten presente todos los triángulos rectángulos notables posibles, pues serán una herramienta indispensable para muchos problemas de descomposición.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Determine "k", si: v; es velocidad, f; fuerza y m; masa.

$$v^2 = k\frac{f}{m}$$

A) L
B) T^2
C) M
D) L.M
E) T

Resolución:

$$(LT^{-1})^2 = [K]\frac{MLT^{-2}}{M} \Rightarrow L^2 \cancel{T^{-2}} = [K]L\cancel{T^{-2}}$$

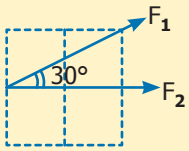
$$= \frac{\cancel{L^2}}{\cancel{L}}$$

$\therefore [K] = L$

Respuesta: L

Problema 2

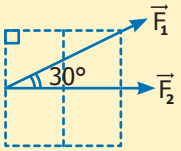
En la figura $F_1 = 10\sqrt{3}N$ y $F_2 = 10N$. Hallar la magnitud de la resultante de los vectores F_1 y F_2.



A) $10\sqrt{5}N$ B) 30N C) $20\sqrt{5}N$
D) 20 N E) $10\sqrt{7}N$

Resolución:

Análisis de los datos y gráfico:



Sabemos:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

Reemplazando:

$$R = \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + 10^2 + 2.10\sqrt{3}.10.\frac{\sqrt{3}}{2}}$$

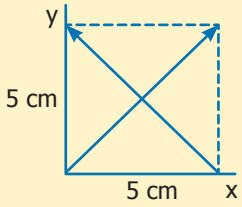
El vector resultante es:

$R = 10\sqrt{7}N$

Respuesta: $10\sqrt{7}$ N

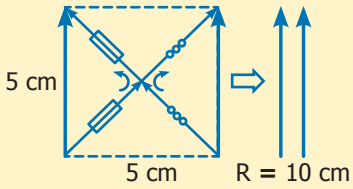
Problema 3

Determine el vector resultante en el sistema mostrado



Resolución:

Realizamos la descomposición rectangular convenientemente y así tendremos:



$\Rightarrow \overline{R} = 10\hat{j}$ cm

Respuesta: $10\hat{j}$ cm

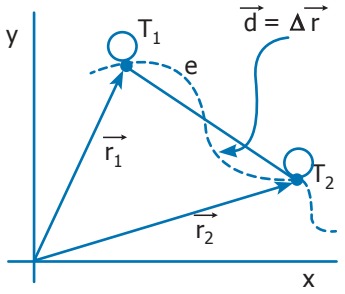
CINEMÁTICA RECTILÍNEA: DEFINICIONES CINEMÁTICAS - MRU - MRUV

DESARROLLO DEL TEMA

I. MEDIDAS DEL MOVIMIENTO

A. Velocidad media (V_{media})

Magnitud vectorial que es la razón entre el vector desplazamiento y el tiempo.



$$\vec{V} = \frac{\vec{d}}{t} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} \quad * \frac{\text{Unidad (I)}}{m/s}$$

II. RAPIDEZ MEDIA (Vp)

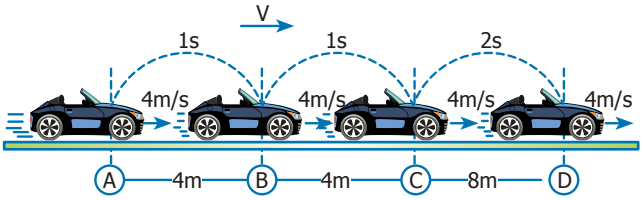
Es la rapidez uniforme con la cual el móvil se desplazaría sobre su trayectoria.
Sus unidades de la velocidad en el S.I. se da en m/s.

$$Vp = \frac{d}{t}$$

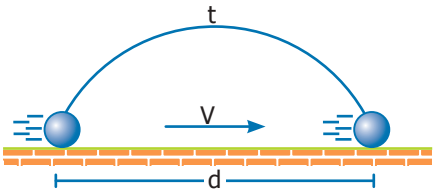
Donde:
d: distancia recorrida
t: tiempo

III. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

Movimiento en el cual la partícula se desplaza en línea recta, en una sola dirección, recorriendo distancias iguales en intervalos de tiempos iguales, manteniendo en todo su movimiento una velocidad constante.



Ecuación escalar



$$V = \frac{d}{t}$$

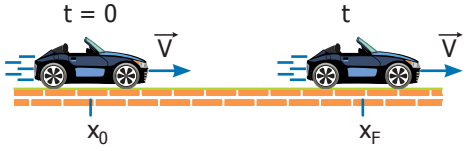
V: rapidez (m/s)
d: distancia recorrida (m)
t: tiempo transcurrido (s)

Equivalencias

* 1 Km = 1000 m
* 1 h = 60 min
* 1 h = 3600 s

Ecuación de posición del MRUV

Para poder trabajar en forma vectorial hacemos uso de un eje coordenado unidimensional (eje x).



$$\vec{x}_f = \vec{x}_0 + \vec{V}.t$$

IV. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

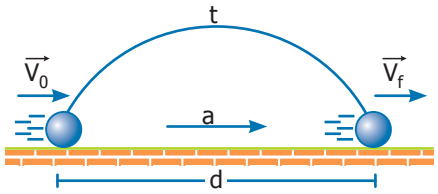
Caracteristicas:

- La velocidad varía cantidades iguales en intervalos de tiempos iguales.
- La aceleración es constante.

$$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{V}}{\Delta t} = \frac{\bar{V}_f - \bar{V}_i}{\Delta t} \quad * \quad \frac{\text{Unidad (I)}}{m/s^2}$$

$[a] = m/s^2$

Ecuaciones:



- $V_f = V_0 \pm at$
- $d = V_0 t \pm \frac{1}{2} at^2$
- $d = \left(\frac{V_f + V_0}{2}\right) t$
- $V_f^2 = V_0^2 \pm 2ad$

(+):Movimiento acelerado aumenta constantemente la velocidad

(–):Movimiento desacelerado disminuye constantemente la velocidad

Ecuación de movimiento:

$$x + x_0 + V_0.t + \frac{1}{2} at^2$$

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Un automóvil marcha a 100 km/h por una carretera paralela a la vía del tren. ¿Cuánto tiempo empleará el automóvil en pasar a un tren de 400 m de largo que marcha a 60 km/h en la misma dirección y sentido?

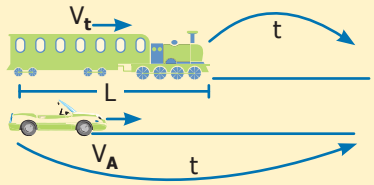
UNMSM 2001

NIVEL INTERMEDIO

A) 32 s
B) 34 s
C) 36 s
D) 38 s
E) 40 s

Resolución:

En la figura, el automóvil logra cruzar al tren cuando alcanza la parte delantera de este.



Por la ecuación de tiempo de alcance:

$$t = \frac{L}{VA - V_t} = \frac{400m}{(100-60)\frac{km}{h}} = \frac{400}{40\left(\frac{5}{18}\right)} = 36s$$

Respuesta: 36 s

Problema 2

Un móvil parte del reposo y, con aceleración constante, recorre 6 m en los 2 primeros segundos. ¿Qué distancia recorrerá en los 4 s siguientes?

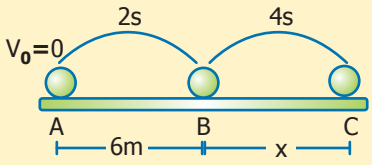
UNMSM 2000

NIVEL INTERMEDIO

A) 12 m
B) 24 m
C) 32 m
D) 48 m
E) 42 m

Resolución:

Graficando:



Tramo AB:

$d = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$6 = (0)t + \frac{1}{2} a(2)^2$

$a = 3\ m/s^2$

En el tramo AC:

$d = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$6 + x = 0(6) + \frac{1}{2}(3)(6)^2$

$\therefore x = 48m$

Respuesta: 48 m

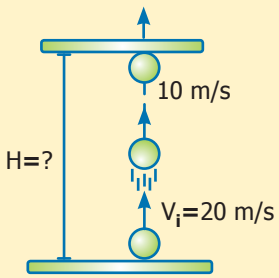
Problema 3

Un proyectil es lanzado verticalmente hacia arriba con una rapidez de 20 m/s. Si el proyectil choca contra el techo con una rapidez de 10 m/s, calcula a qué altura está el techo ($g = 10\ m/s^2$).

UNMSM 2000

NIVEL FÁCIL

A) 13 m
B) 15 m
C) 17 m
D) 21 m
E) 23 m



Resolución:

Aplicaciones $\rightarrow V_f^2 = V_1^2 \pm 2gh$

Reemplazando valores:

$\Rightarrow (10)^2 = (20)^2 - 2(10)H$

$H = 15\ m$

Respuesta: 15 m

CINEMÁTICA RECTILÍNEA: CAÍDA - CINEMÁTICA CURVILÍNEA: MOVIMIENTO PARABÓLICO DE CAÍDA LIBRE

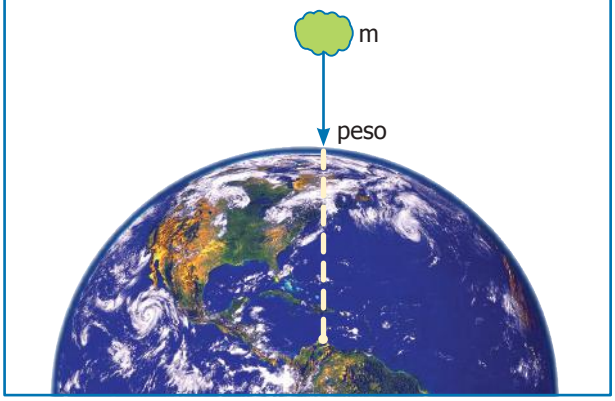
DESARROLLO DEL TEMA

MOVIMIENTO VERTICAL DE CAÍDA LIBRE (MVCL)

I. ATRACCIÓN GRAVITACIONAL DE LA TIERRA

La masa de la Tierra tiene la cualidad de atraer hacia su centro a todas las masas que están cerca de su superficie mediante un una fuerza gravitacional llamada PESO del cuerpo.

El movimiento en el cual solamente actúa el peso del cuerpo se llama CAÍDA LIBRE.



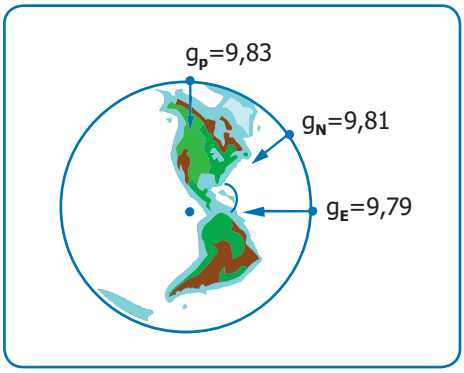
La Fuerza con que la tierra atrae a los cuerpos se denomina PESO, esta fuerza apunta hacia el centro de la Tierra.

II. ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD (g)

Sin considerar la fricción del aire, cuando un cuerpo es soltado el peso de este cuerpo produce en él una aceleración conocida como: aceleración de la gravedad (g), observándose que todos los cuerpos caen hacia la tierra con la misma aceleración, independiente de su masa, esta aceleración es aproximadamente g=9,8 m/s^2 en la superficie terrestre.

III. VARIEDAD DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD

La aceleración de la gravedad no es la misma en todos los lugares de la Tierra, depende de la latitud y de la altura sobre el nivel del mar, mediaciones cuidadosas muestran que:



A. En los polos alcanza su mayor valor

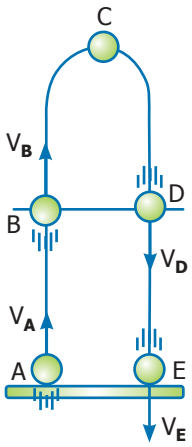
$$g_P = 9{,}83\ m/s^2$$

B. En el ecuador alcanza su menor valor

$$g_E = 9{,}79\ m/s^2$$

C. A la latitud 45° Norte y al nivel del mar se llama aceleración normal y vale:

$$g_N = 9{,}8\ m/s^2$$



IV. SEMEJANZA ENTRE EL MRUV Y LA CAÍDA LIBRE VERTICAL

Galileo Galilei fue el primero en demostrar que en ausencia de la fricción del aire, todos los cuerpos, grandes o pequeños, pesados o ligeros, caen a la Tierra con la misma aceleración y mientras que la altura de caída se pequeña comparada con el radio de la Tierra (6400 km) esta aceleración permanece prácticamente constante, luego:

> La caída libre vertical (CLV) para alturas pequeñas con respecto al radio terrestre viene a ser un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV), entonces cumplen las mismas leyes.

N°	MRUV	N°	CLV
1	$V_F = V_O \pm at$	1	$V_F = V_O \pm gt$
2	$d = \frac{(V_F + V_O)}{2} t$	2	$h = \frac{(V_F + V_O)}{2} t$
3	$d = V_O \pm \frac{1}{2} at^2$	3	$h = V_O t \pm \frac{1}{2} gt^2$
4	$h = \frac{(V_F + V_O)}{2} t$	4	$V_F^2 = V_O^2 \pm 2gh$

* El signo (+) se emplea cuando el cuerpo es lanzado hacia abajo.
* El signo (−) se emplea cuando el cuerpo es lanzado hacia arriba.

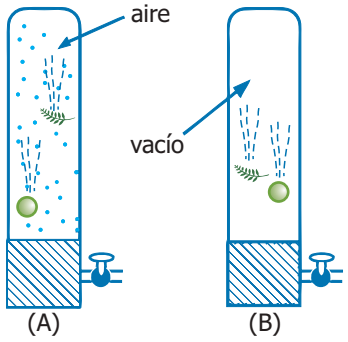


Figura A: La fricción del aire retarda la caída de la hoja
Figura B: En el vacío la piedra y la hoja caen juntas.

V. PROPIEDADES DE LA CAÍDA LIBRE

El diagrama muestra un movimiento completo de caída libre(subida y bajada) en donde se cumple:

A. En la altura máxima la velocidad es cero:

$$V_C = 0$$

B. A un mismo nivel la velocidad de subida mide igual que la velocidad de bajada:

$$V_A = V_B \qquad V_B = V_D$$

C. Entre dos niveles el tiempo de subida es igual al tiempo de bajada:

$$t_{VC} = t_{CE} \qquad t_{BC} = t_{CD} \qquad t_{AB} = t_{DE}$$

En la luna la aceleración de la gravedad es la sexta parte que la de la Tierra.

RESUMEN

1. Los cuerpos caen
2. Caen porque la Tierra los atrae
3. Las fuerzas de atracción (pesos) son diferentes
4. En el vacío, todos los cuerpos caen con la misma aceleración a pesar de que sus masas sean diferentes.

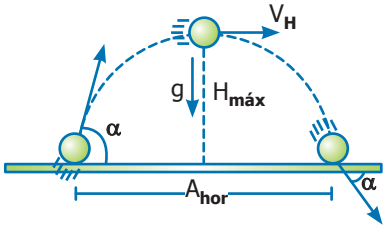
$$g = 9{,}8\ m/s^2$$

MOVIMIENTO PARABÓLICO DE CAÍDA LIBRE (MPCL)

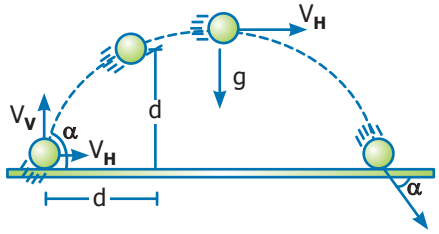
I. CONCEPTO

Es el movimiento que tiene por trayectoria una parábola el cual es efectuado por los proyectiles sin la resistencia del aire y sólo bajo la acción de la gravedad. Este movimiento resulta de la composición de un MRU horizontal y una caída libre vertical.

$$MP = MRU_{(hor)} + CL_{(vert)}$$



- **Ecuaciones**



1. $d = V_H \cdot t$ (MRU)
2. $h = V_i \cdot t \pm g$ (Caída libre)
3. $V_f = V_i \pm gt$ (Caída libre)
4. $V_f^2 = V_i^2 \pm 2gh$ (Caída libre)
5. $\frac{h}{t} = \frac{V_i = V_f}{2}$ (Caída libre)

Donde:

- $V_H = V\cos\alpha$; $V_V = V\text{Sen}\alpha$
- $-V_H$: Componente horizontal de V
- $-V_V$: Componente vertical de V
- V_i y V_f: Componentes verticales inicial y final respectivamente.
  (+): Descenso acelerado
  (−): Ascenso retardado
- El movimiento parabólico de los proyectiles es un movimiento compuesto por un MRV (horizontal) y una caída libre (vertical)
- $H_{máx}$: Altura máxima
- A_{hor}: Alcance horizontal
- d : Desplazamiento horizontal
- h : Desplazamiento vertical

- $H_{máx} = \frac{V^2\text{Sen}^2\alpha}{2g}$
- $A_{hor} = \frac{2V^2\text{Sen}\alpha\,\text{Cos}\alpha}{g}$
- $t_V = \frac{2V\,\text{Sen}\alpha}{g}$

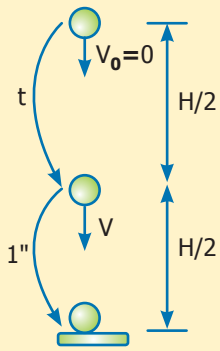
PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Un cuerpo cae libremente desde el reposo. La mitad de su recorrido lo realiza en el último segundo de su movimiento. Hallar el tiempo total de la caída. ($g = 10\ m/s^2$)

A) 3,41 s B) 1,41 s C) 4,0 s
D) 2,0 s E) 3,0 s

Resolución:



$H = \frac{x}{2} gt^2 = 5t^2$ .....(1)

$\frac{H}{2} = \frac{1}{2} g(t-1)^2$ .....(2)

De (1) y (2) se obtiene:

$t = 2 + \sqrt{2} = 3{,}41$ s

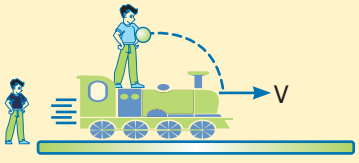
Respuesta: 3,41

Problema 2

Sobre el techo de un tren que se mueve en línea recta y a velocidad constante está parado un pasajero. Este deja caer una piedra desde lo alto de su mano. ¿Cuál es la trayectoria de la piedra para una persona parada en tierra que está justo frente al pasajero cuando deja caer la piedra? ($g = 10\ m/s^2$)

A) Horizontal opuesta al movimiento del tren.
B) Vertical hacia abajo.
C) Horizontal en la dirección del movimiento del tren.
D) Describe una curva hacia abajo opuesta al movimiento del tren.
E) Describe una curva hacia abajo y en la dirección del movimiento del tren.

Resolución:



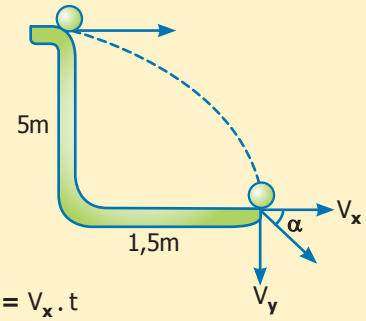
Respuesta: E

Problema 3

Desde la parte superior de la azotea de un edificio de 5 m de altura, se lanza horizontalmente una pelotita y cae al suelo en un punto situado a una distancia de 1,5 m del borde de la azotea. Calcule Tg α, donde α es el ángulo que forma la velocidad de la pelotita con la horizontal en el instante en que esta llega al suelo. ($g = 10\ m/s^2$)

A) 20/7 B) 20/9 C) 20/19
D) 19/20 E) 20/3

Resolución:



$x = V_x \cdot t$
$1{,}5 = V_x \cdot t$
$h = V_y t + 5t^2$
$5 = 0 + 5t^2$
$t = 1s$

$V_x = 1{,}5$ m/s
$V_y = V_0 + 10t$
$V_y = 10$ m/s
$\text{Tan}\theta = \frac{10\ m/s}{1{,}5\ m/s} = \frac{20}{3}$

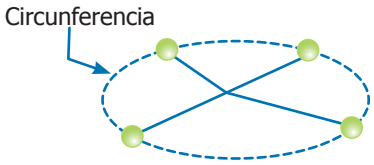
Respuesta: 20/3

CINEMÁTICA CURVILÍNEA - MCU - MCUV

DESARROLLO DEL TEMA

I. MOVIMIENTO CIRCULAR

Es aquel movimiento efectuado por un móvil que describe una trayectoria circular o parte de una circunferencia, como por ejemplo, la trayectoria descrita por una piedra que se hace girar atada al extremo de un cuerda.

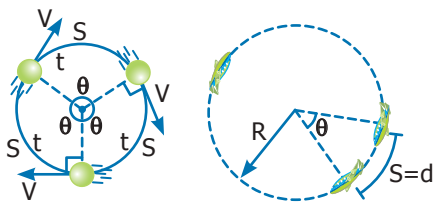


II. MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME (M.C.U.)

Es el movimiento de trayectoria circular en donde el valor de la velocidad de móvil se mantiene constante en todo instante (pero su dirección cambia). Se recorren en la circunferencia distancias iguales en tiempos iguales y también se describen ángulos centrales iguales en tiempos iguales.

A. Desplazamiento angular (θ)

Es el ángulo central barrido por el móvil, el cual se mide en radianes (rad).



B. Longitud de arco (S)

Magnitud física que nos expresa la distancia recorrida por el móvil.

$$d = \theta R \quad \rightarrow \theta \text{ en radianes}$$

C. Periodo (T)

Es el tiempo que demora un móvil en realizar una vuelta o revolución (describe 2πrad).

D. Frecuencia (f)

Es el número de vueltas que realiza el móvil en 1 segundo:

$$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

Donde:

N = Número de revoluciones

t = tiempo empleado

Unidad: Hertz (Hz) = 1/s

Equivalencia: 1Hz <> $\frac{1 \text{ revolución}}{\text{segundo}}$ (RPS)

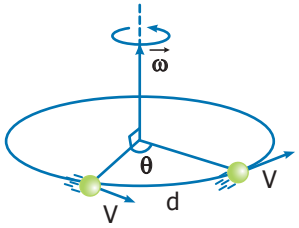
E. Velocidad tangencial o lineal ($\vec{V}$)

Es la velocidad instantánea del M.C.U., su valor constante nos indica la longitud de circunferencia recorrida en la unidad de tiempo y es tangente a la circunferencia de trayectoria.

$$V = \frac{d}{t} \qquad \frac{\text{Unidad (SI)}}{\text{m/s}}$$

F. Velocidad angular ($\vec{\omega}$)

Es la magnitud física vectorial que nos indica la rapidez y dirección del ángulo central descrito. Su dirección se determina mediante la regla de la Mano Derecha (se representa por un vector perpendicular al centro de la circunferencia).



$$\omega = \frac{\theta}{t} \qquad \frac{\text{Unidad (SI)}}{\text{rad/s}}$$

Como * : $d = \theta R \Rightarrow$ $\boxed{V = \omega \cdot R}$

Además:

$$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f}$$

Nota:

$$\boxed{\omega_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta T} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1}}$$

rapidez angular media

III. MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO (MCUV)

A. Aceleración angular ($\vec{\alpha}$)

Si un cuerpo se desplaza con MCUV su velocidad angular cambia, entonces aparece la aceleración angular constante, cuya dirección es perpendicular al plano de rotación, y su sentido coincidirá con el de la velocidad angular si el movimiento es acelerado.

$$\vec{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{t} = \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$$

Unidad (SI): rad/s^2

B. Aceleración tangencial o lineal ($\vec{a_T}$)

Si un cuerpo se desplaza con MCUV el valor o módulo de su velocidad tangencial cambia, entonces aparece la aceleración tangencial de valor constante cuya dirección será tangente a la circunferencia y su sentido coincidirá con el de la velocidad tangencial si el movimiento es acelerado y será de sentido opuesto a ella, si el movimiento es desacelerado.

El módulo de la aceleración tangencial se define:

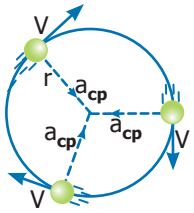
$$a_T = \frac{\Delta V}{t} = \frac{V_f - V_i}{t}$$

Unidad (SI): m/s^2

C. Aceleración Centrípeta (a_{cp})

Es la aceleración que posee todo cuerpo con M.C. está relacionada con el cambio de dirección de la velocidad tangencial y está dirigida hacia el centro de la trayectoria circular.

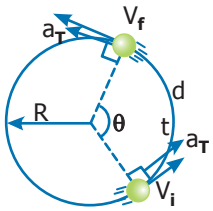
$$a_{cp} = \frac{V^2}{r}, \text{ pero } V = \omega r \Rightarrow \boxed{a_{cp} = \omega^2 r}$$



Nota:

En un movimiento circular la aceleración normal, será igual a la centrípeta.

D. Ecuaciones del MCUV



- **Tangenciales**
  1. $d = V_i \cdot t \pm a \cdot \frac{t^2}{2}$
  2. $V_f = V_i \pm a_T \cdot t$
  3. $V_f^2 = V_i^2 \pm 2a_T d$
  4. $\frac{d}{t} = \frac{V_i + V_f}{2}$

- **Angulares**
  1. $\theta = W_i \cdot t \pm \alpha \cdot \frac{t^2}{2}$
  2. $W_f = W_i \pm \alpha t$
  3. $W_f^2 = W_i^2 \pm 2\alpha\theta$
  4. $\frac{\theta}{t} = \frac{W_i + W_f}{2}$

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Un cuerpo con MCU recorre un área de 0,4 m durante 2 s. ¿Qué valor posee su velocidad tangencial?

A) 0,1 m/s
B) 0,2 m/s
C) 0,3 m/s
D) 0,4 m/s
E) 0,5 m/s

Resolución:

* $V = \frac{d}{t}$

* $V = \frac{0,4}{2} = 0,2$ m/s

Respuesta: 0,2 m/s

Problema 2

Una partícula con MCU posee un periodo de 0,25 s. ¿Qué frecuencia y rapidez angular posee?

A) 2Hz; 2π rad/s
B) 2Hz; 4π rad/s
C) 2Hz; 8π rad/s
D) 4Hz; 8π rad/s
E) 8Hz; 8π rad/s

Resolución:

* $f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{0,25} = 4Hz$
* $W = 2\pi f$
* $W = 2\pi \times 4 = 8\pi$ rad/s

Respuesta: 4Hz; 8πrad/s

Problema 3

Un cuerpo con MCUV aumenta su velocidad angular desde πrad/s hasta 3πrad/s durante 0,5 s. Determina el valor de su aceleración angular.

A) π rad/s^2
B) 2π rad/s^2
C) 3π rad/s^2
D) 4π rad/s^2
E) 5π rad/s^2

Resolución:

* $\alpha = \frac{W_f - W_i}{t}$
* $\alpha = \frac{3\pi - \pi}{0,5} = 4\pi$ rad/s^2

Respuesta: 4πrad/s^2

FUERZA – 1.RA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO – MOMENTO DE UNA FUERZA – 2.DA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

DESARROLLO DEL TEMA

Siempre que elevas, empujas, jalas, golpeas o das un puntapié estás aplicando una fuerza sobre algún objeto.

Sin embargo, para nuestra sorpresa, no es necesario tocar un cuerpo para ejercer una fuerza sobre él, por ejemplo, cualquier objeto, desde un botón hasta un avión es atraído hacia el centro de la Tierra por la gravedad sin importar que esté en contacto o no con la superficie.

Se puede reconocer la acción de una fuerza sobre un cuerpo porque éste causa un movimiento (si el cuerpo estaba en reposo) o causa un cambio de su velocidad (si el cuerpo estaba ya en movimiento), sin embargo cuando son varias fuerzas las que actúan es posible que en conjunto, el resultado sea distinto, el cuerpo puede permanecer en equilibrio; en este capítulo nos concentraremos en éste aspecto de las fuerzas, el equilibrio de los cuerpos.

I. FUERZA

Llamaremos así a la magnitud vectorial que representa en qué medida dos cuerpos interactúan y que es capaz de cambiar el estado de movimiento de los cuerpos o producir deformaciones en ellos. En el Sistema Internacional de unidades se expresa en newton (N).

A. Las fuerzas de acuerdo a su naturaleza

1. Fuerza gravitatoria

Es la fuerza de atracción entre 2 cuerpos cualquiera debido a la presencia de materia.

2. Fuerza electromagnética

Aparece en interacciones entre 2 cuerpos cargados eléctricamente.

3. Fuerza nuclear

Es el responsable de la estabilidad del núcleo atómico (nuclear fuerte) y los procesos de desintegración radiactiva (nuclear débil).

Nota:
En el próximo capítulo veremos que el peso es proporcional a la masa es decir.

B. Algunos casos particulares

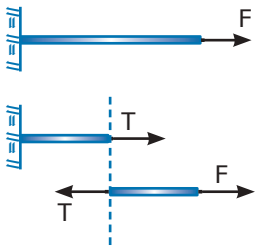
1. Peso

Es la fuerza de gravedad que ejerce la Tierra sobre cualquier objeto cercano a su superficie.

$$\text{Peso} = mg$$

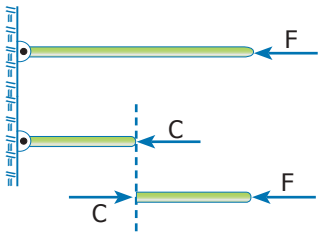
2. Tensión

Cuando jalas un cuerpo con una cuerda muy liviana, la cuerda transmite tu fuerza hacia el cuerpo; esta fuerza ejercida por las cuerdas sobre los cuerpos se llama tensión.



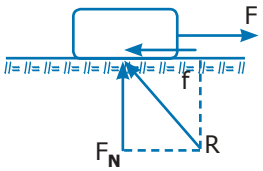
3. Compresión

Cuando una fuerza externa actúa sobre una barra tratando de comprimirla, esta transmite dicha fuerza al cuerpo con el que está en contacto. A la fuerza ejercida por la barra se le llama compresión.



4. Reacción o contacto

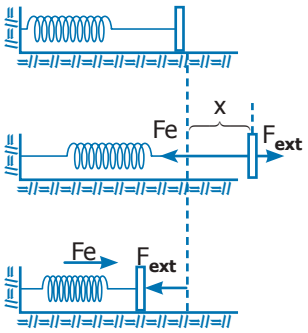
Al poner en contacto un cuerpo con otro, las moléculas reaccionan produciendo entre ellas una fuerza de reacción; en general, esta es oblicua y tiene 2 componentes: la componente normal y la componente de rozamiento, como se muestra en la figura.



F_N: Reacción normal o normal
f: Rozamiento
R: Reacción total
Se cumple:

5. La fuerza elástica

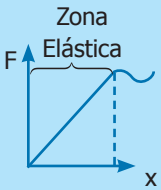
Si una fuerza exterior actúa sobre un cuerpo elástico (por ejemplo un resorte) produce una deformación x; en respuesta, el resorte produce una fuerza contraria proporcional a la deformación sufrida, a ésta fuerza se le denomina fuerza elástica.



Dentro de ciertos límites se cumple:

$$F = K\,x$$

Nota:
Gráficamente:



Tanto para el estiramiento como para comprensión.

II. PRIMERA LEY DE NEWTON (LEY DE LA INERCIA)

Basado en las observaciones de Galileo, Newton formuló lo que se conoce como la primera Ley de movimiento.
"Un objeto en reposo o en movimiento con velocidad constante permanecerá indefinidamente en ese estado si ninguna fuerza actúa sobre el o si la resultante de todas las fuerzas que actúan es nula".

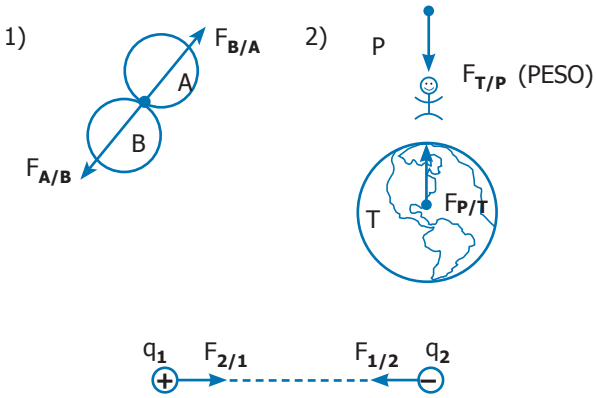
Es decir sólo es posible cambiar la velocidad de un objeto si una fuerza resultante actúa sobre él.

Se denomina inercia a la propiedad de los cuerpos de oponerse a cualquier variación en su velocidad; el efecto de la inercia es diferente en los cuerpos con diferente masa. Es decir la masa es la cantidad de materia y está asociado directamente a la inercia que los cuerpos tienen.

III. TERCERA LEY DE NEWTON (LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN)

Cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro, éste ejerce sobre el primero una fuerza de igual magnitud, igual dirección, pero de sentido contrario; a éste par de fuerzas se les denomina acción y reacción.

Ejemplo:



Puedes comprobarlo fácilmente, para saltar empujas al piso y la reacción te da el impulso, para nadar empujas el agua hacia atrás, la reacción te impulsa hacia adelante.

Nota:
La acción y la reacción no se cancelan (a pesar de ser opuestas) porque actúan sobre cuerpos diferentes.
Nunca te olvides que las fuerzas aparecen en parejas.

IV. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (D.C.L.)

Para analizar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo (en movimiento o en reposo) es útil realizar un diagrama que represente gráficamente las diversas fuerzas que actúan sobre un cuerpo o sobre un sistema.

Se recomienda:

1. Seleccionar el o los cuerpos que se van a estudiar.
2. Aislar el cuerpo y elegir un sistema de coordenadas, preferentemente con uno de sus ejes orientados en la dirección del movimiento.
3. Graficar las fuerzas externas sobre el cuerpo.

Nota:
Las fuerzas internas y las que ejerce el cuerpo sobre otros cuerpos no se grafican.

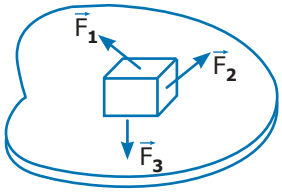
V. EQUILIBRIO DE PARTÍCULAS

Partícula es todo cuerpo (pequeño o no) en el cual podemos ignorar su movimiento de rotación.

De la primera Ley de Newton podemos deducir que si una partícula está en equilibrio sólo permanece así si la resultante de las fuerzas es nula.

Equilibrio es el estado de reposo o de movimiento con velocidad constante; físicamente son indistinguibles.

Es decir: matemáticamente



Nota:
Cuando la fuerza resultante sobre una partícula es cero, tendremos que la partícula está en reposo o en movimiento constante.

La fuerza es el resultado de la interacción entre dos cuerpos sea sus dos miembros, por el m c. m de los denominadores.

No te olvides cómo se aplica la primera condición de equilibrio.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$

$$\boxed{\Sigma \vec{F} = 0}$$

Analíticamente podemos descomponer las fuerzas en los ejes coordenados, entonces.

$$\boxed{\Sigma F_x = 0}$$

$$\boxed{\Sigma F_y = 0}$$

Nota:
Si sobre un cuerpo $\Sigma \vec{F} = 0$ se cumple:

$$\boxed{\begin{array}{l}\Sigma F(\uparrow) = \Sigma F(\downarrow) \\ \Sigma F(\leftarrow) = \Sigma F(\leftarrow)\end{array}}$$

Si sobre un cuerpo actúan varias fuerzas y la $\Sigma \vec{F}$ dichas fuerzas pueden formar una poligonal cerrada.

Si sobre un cuerpo actúan tres fuerzas y este presenta equilibrio de traslación sin rotar, entonces dichas fuerzas deben ser no paralelas y concurrentes.

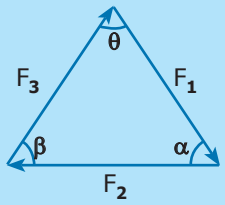
En un cuerpo en equilibrio, sometido a la acción de 3 fuerzas coplanares y concurrentes, el módulo de cada fuerza es directamente proporcional al seno del ángulo que se le opone. Formando un triángulo se tiene:

Si sobre un cuerpo actúan varias fuerzas y la dichas fuerzas pueden formar una poligonal cerrada.

Si sobre un cuerpo actúan tres fuerzas y este presenta equilibrio de traslación sin rotar, entonces dichas fuerzas deben ser no paralelas y concurrentes.

En un cuerpo en equilibrio, sometido a la acción de 3 fuerzas coplanares y concurrentes, el módulo de cada fuerza es directamente proporcional al seno del ángulo que se le opone. Formando un triángulo se tiene:

$$\boxed{\frac{F_1}{\text{Sen}\beta} = \frac{F_2}{\text{Sen}\theta} = \frac{F_3}{\text{Sen}\alpha}}$$

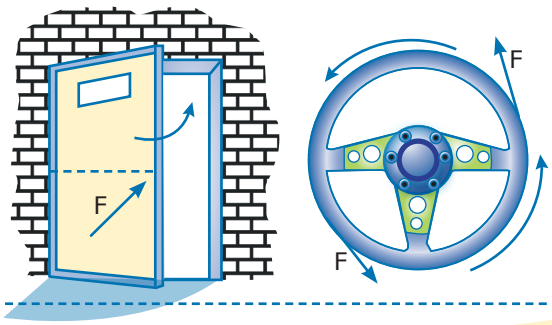


MOMENTO O TORQUE DE UNA FUERZA ($\vec{M}$)

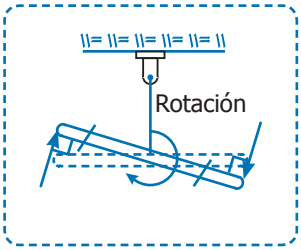
El momento de una fuerza $\vec{M}$, es una magnitud física vectorial que mide el efecto de giro que produce una fuerza al actuar en un cuerpo.

Se debe tener presente que una fuerza al actuar sobre un cuerpo puede causar una serie de efectos como la deformación de un cuerpo cuando se estira o comprime un resorte. También puede causar efectos de rotación, esto lo percibimos cuando una puerta se abre o se cierra debido a una fuerza aplicada o el movimiento del timón del automóvil debido a las fuerzas aplicadas por las manos de un conductor.

La primera condición de equilibrio asegura equilibrio de traslación de un cuerpo; sin embargo, no asegura que el cuerpo no rote.

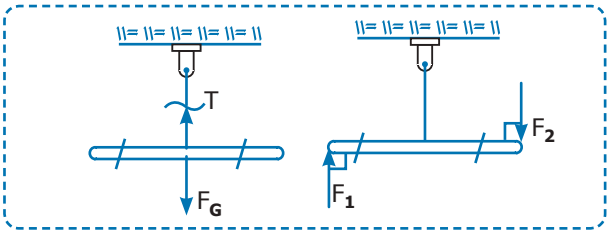


Por ejemplo: si tenemos una barra homogénea suspendida en su punto medio por una cuerda atada al techo.

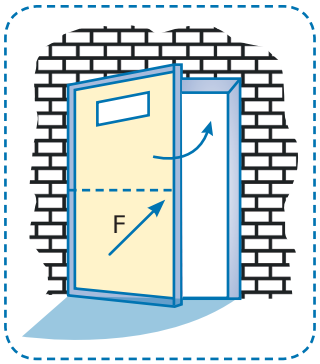


Encontrándose en reposo se cumple: T = Fg, si ahora aplicamos a los extremos de la barra, fuerzas verticales y opuestas tal como se demuestra:

Siendo $F_1 = F_2$ la fuerza resultante sobre la barra sigue siendo nula, entonces la barra se mantiene en equilibrio de traslación. Sin embargo a causa de dichas fuerzas la barra rota, entonces llegamos a la conclusión de que la primera condición requiere de una segunda condición y dicha condición estará ligada con los efectos de rotación que pueden causar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y esto lo podemos caracterizar con una magnitud física vectorial a la cual llamaremos (momento de fuerza).

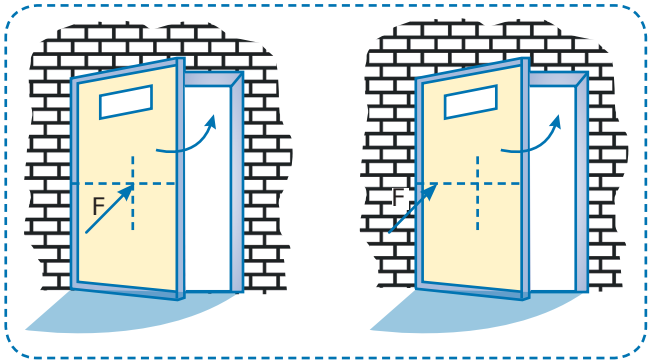


El momento de una fuerza es una magnitud física vectorial que mide el efecto de rotación de una fuerza sobre un cuerpo en torno a un punto llamado centro de rotación, pero ¿de que dependerá el efecto de rotación? ¿De qué depende el momento de una fuerza?



Para ello veamos un ejemplo de una puerta que puede rotar en torno a sus bisagras.

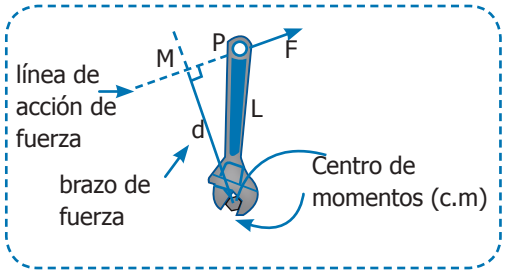
Si aplicamos una fuerza lejos de las bisagras, la puerta con facilidad se abre, eso es lo que hacemos diariamente; pero que sucede si aplicamos la misma fuerza pero en el medio de la puerta esta también rotará, pero con menos facilidad.



Y si aplicamos la misma fuerza cerca de las bisagras la puerta gira pero con mucha dificultad.

De ahí notamos que la capacidad de una fuerza para producir rotación no solamente depende de su modulo, sino también de como y donde esta aplicada esta fuerza, es decir. Dependerá también de una distancia denominada (brazo de palanca) tal que a mayor brazo de palanca mayor será el efecto de rotación de la fuerza, es decir mayor será su movimiento, pero cuando aplicamos una fuerza en el eje de rotación esta fuerza no producirá efecto de rotación en otras palabras, basta que la línea de acción de la fuerza pase por dicho eje para que no produzca rotación.

Por ello, es necesario que la línea de acción de la fuerza no pase por el centro de rotación para que se produzca un efecto de rotación tal como se muestra.



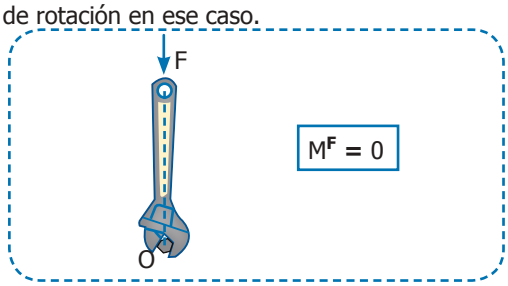
En este caso, el brazo de la fuerza (d) es la distancia más corta desde el centro de momentos hasta la línea de acción de la fuerza, resultando que son mutuamente perpendiculares $\vec{d} \perp \vec{F}$, en consecuencia, el módulo del momento de una fuerza se evalúa así:

$$M_O^F = F.d$$ Unidad: N . m

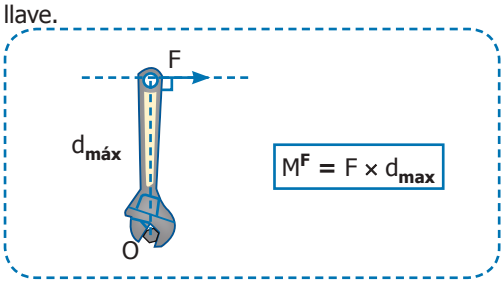
La notación M_O^F se lee: modulo del momento de la fuerza $\vec{F}$ respecto al punto O. Donde "O" es el centro de momentos.

VI. PROPIEDADES

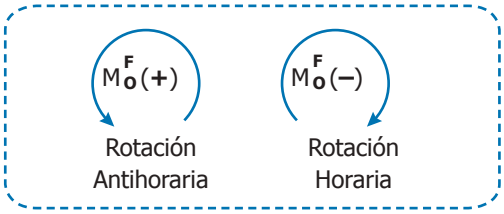
- Si d = 0, la línea de acción de la fuerza pasa por el centro de momentos y no se produce ningún efecto de rotación en ese caso.



- El momento será máximo cuando el brazo sea máximo (dmax), esto ocurre cuando F es perpendicular a la llave.



- Se recomienda tomar como positivos los momentos que tienen un efecto de rotación en sentido antihorario, y negativo los que tienen efecto de rotación en sentido horario.



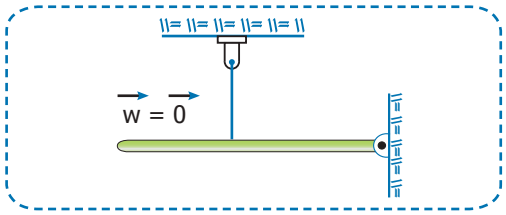
VII. SEGUNDA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Establece lo siguiente: un cuerpo se encuentra en equilibrio de rotación si y solo si el momento resultante sobre él con respecto a cualquier punto es nulo. Es decir:

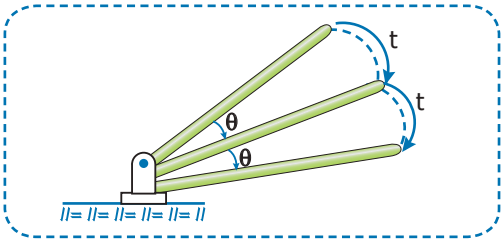
Equilibrio de rotación $\leftrightarrow \boxed{\vec{M}_R = \vec{0}}$

Además el equilibrio de rotación se puede presentar en dos situaciones:

- Cuando el cuerpo no rota, es decir esta en reposo ($\vec{w} = 0$).



- Cuando el cuerpo rota con velocidad angular constante $\vec{w}$ = cte.



Esto implica que ambos casos la aceleración es nula ($\vec{\alpha} = \vec{O}$), entonces la condición para el equilibrio de rotación se expresa mediante la relación.

$\boxed{\vec{M}_R = \Sigma\vec{M} = \vec{O}}$ asegura el equilibrio de rotación

Esta segunda condición de equilibrio puede ser expresada en forma práctica por:

$$\boxed{\Sigma M(+) = |\Sigma M(-)|}$$

o también:

$\boxed{\Sigma M_{\circlearrowright} = \Sigma M_{\circlearrowleft}}$ aquí se omite los signos de los momentos.

Donde:

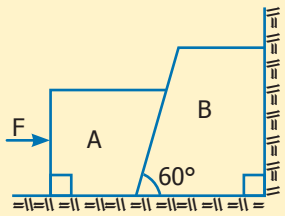
$\Sigma M_{\circlearrowright}$: suma de momentos horarios

$\Sigma M_{\circlearrowleft}$: suma de momentos antihorarios

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Determine el módulo de la fuerza que experimenta el bloque "A" por parte del piso al aplicarse una fuerza "F", cuyo módulo es $50\sqrt{3}$N tal como muestra el sistema, se mantiene en equilibrio y las superficies son lisas (m_A = 10 kg, g = 10 m/s^2).



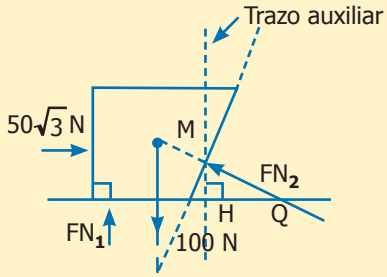
A) 30 B) 40
C) 50 D) 70
E) 80

UNMSM 2005
NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

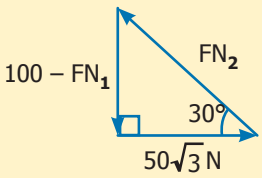
Planteamiento:

Haciendo D.C.L.



Análisis de los datos:

Del $\triangle$ MHQ:



Del $\triangle$:

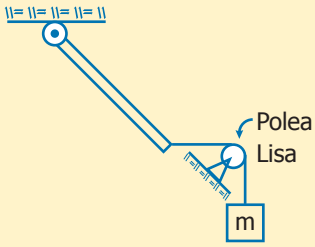
$100 - F_{N_1} = 50$ .... (notable)

$F_{N_1} = 50$ N

Respuesta: 50 N

Problema 2

La barra de 30 N, se encuentra en equilibrio determine el módulo de la reacción por parte de la articulación. (g = 10 m/s^2; m = 4 kg)

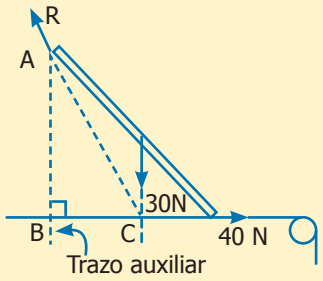


A) 45 N B) 50 N C) 55 N
D) 60 N E) 65 N

Resolución:

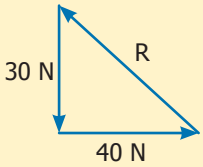
Planteamiento:

Haciendo el D.C.L. a la barra:



Análisis de los datos:

Del △ ABC:



- Tomando las 3 fuerzas que concurren en "C".
- Formando el y hallando la resultante.

Del △ (notable):

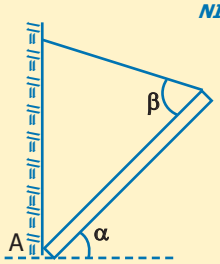
$\therefore R = 50\ N$

Respuesta: 50 N

Problema 3

Si la barra homogénea que muestra la figura tienen un peso de 80N, halla la tensión en la cuerda. Los ángulos α y β son complementarios.

NIVEL FÁCIL

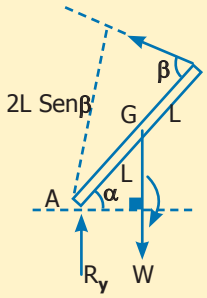


A) 10 N B) 20 N
C) 30 N D) 40 N
E) 50 N

Resolución:

Planteamiento:

Diagrama de fuerzas, sobre la barra



Equilibrio de rotación:

$\Sigma M_A = 0$

$M_A = M_A^W$

$T.(2LSen\beta) = W(LCos\alpha) \Rightarrow T = \frac{W}{a}$

$\therefore T = 40\ N$

Respuesta: 40 N

DINÁMICA DEL MOV. RECTILÍNEO Y CURVILÍNEO - ROZAMIENTO ESTÁTICO Y CINÉTICO

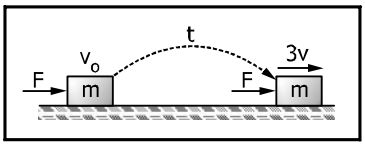
DESARROLLO DEL TEMA

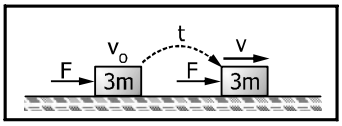
DINÁMICA

Es una parte de la mecánica que se encarga del estudio de las leyes del movimiento de los cuerpos materiales sometidos a la acción de fuerzas. El movimiento de los cuerpos fue estudiado en la cinemática desde el punto de vista puramente geométrico. En la dinámica, a diferencia de la cinemática, durante el estudio del movimiento de los cuerpos se tienen en cuenta las fuerzas efectivas, así como la inercia de los propios cuerpos materiales.

I. INERCIA

La inercia caracteriza la propiedad de los cuerpos materiales de cambiar más rápido o más lentamente la velocidad de su movimiento bajo la acción de las fuerzas aplicadas.





La medida cuantitativa de la inercia del cuerpo dado es una magnitud física que se llama masa del cuerpo.

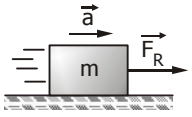
En mecánica se considera que la masa "**m**" es una magnitud escalar positiva y constante para cada cuerpo dado.

II. SEGUNDA LEY DE NEWTON

Como se sabe, si un cuerpo esta sometido a la acción de varias fuerzas, la suma geométrica de estas fuerzas será equivalente a una fuerza resultante: $\Sigma\vec{F} = \vec{F}_R$

La segunda ley de Newton establece la relación entre la fuerza resultante y la aceleración. La fuerza y la aceleración son magnitudes vectoriales que se caracterizan no solamente por su valor numérico sino también por su dirección.

"La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la resultante de todas las fuerzas aplicadas a dicho cuerpo, e inversamente proporcional a la masa del cuerpo y dirigida a lo largo de la resultante de las fuerzas". Analíticamente esta frase se puede expresar con la siguiente fórmula:



$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m} \begin{cases} F_R : N \\ m : Kg \\ a : N/kg \ ; m/s^2 \end{cases}$$

Donde:

$\vec{F}_R = m.\vec{a}$; $F_R = (\Sigma F \text{ a favor de } \vec{a}) - (\Sigma F \text{ en contra de } \vec{a})$

III. DINÁMICA CIRCULAR

Estudia las causas que originan el movimiento circular.

A. Fuerza centripeta ($\vec{F}_{cp}$)

Es la componente radial de la fuerza resultante que actúa sobre una partícula en movimiento circular, es igual a la suma de las fuerzas radiales. Siempre señala hacia el centro de la trayectoria circular, origina a la aceleración centrípeta y por lo tanto cambia la dirección de la velocidad tangencial para que el cuerpo describa su trayectoria circular. $\vec{F}_{CP} = \sum F_{radicales}$

$\vec{F}_{tang} = \sum \vec{F}_{tangentes}$

B. Fuerza tangencial ($\vec{F}_T$)

Es la componente tangencial de la fuerza resultante, es igual a la suma de fuerzas tangenciales que actúan sobre la partícula, origina a la aceleración tangencial y cambia el módulo de la velocidad tangencial, osea, puede acelerar al móvil aumentando su velocidad o desacelerar al móvil disminuyendo su velocidad.

Observación:

Se recomienda descomponer a las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en radiales y tangenciales.

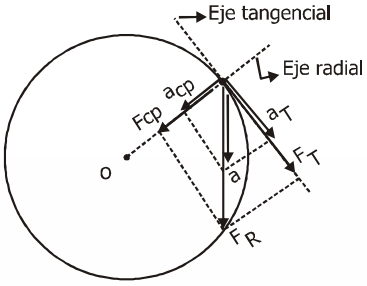
2da. ley de Newton

$$\vec{F}_R = m.\vec{a}$$

Para los componentes:
Eje radial:

$$\vec{F}_{cp} = m.\vec{a}_{cp}$$

$$F_{cp} = m\frac{V^2}{R} = m\omega^2 R$$



Donde:

F_{cp} = ΣF (van hacia el centro) – ΣF (alejan del centro)

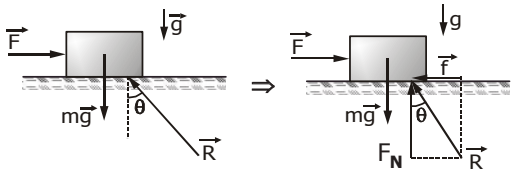
Eje tangencial: F_T = ΣF (Tangenciales) = $m.a_T$

Observación: En el M.C.U. se cumple: $a_T = 0$
Luego: F_T = ΣF (Tangenciales) = 0

ROZAMIENTO

Se llama fuerza de rozamiento a la fuerza $\vec{F}$ que surge al hacer contacto las superficies de dos cuerpos, que obstaculiza su desplazamiento mutuo. Se aplica a los cuerpos a lo largo de la superficie de contacto recíproco y siempre esta dirigida en sentido contrario a la velocidad relativa de desplazamiento.
Una de las causas de aparición de la fuerza de rozamiento consiste en las rugosidades de los cuerpos en contacto.
Otra de las causas del rozamiento es la atracción mutua de las moléculas de los cuerpos en contacto.

1. $f = \mu . N$
2. $\text{Tan}\theta = \frac{f}{N} = \frac{\mu N}{N} \therefore \boxed{\mu = \text{Tan}\theta}$

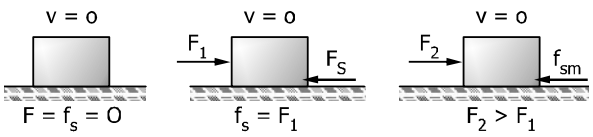


Coeficiente de rozamiento: (Caracteriza a los cuerpos que rozan uno con otro, su valor depende de los materiales de los que están fabricando los cuerpos en contacto y la rugosidad de éstos).

I. ROZAMIENTO ESTÁTICO (f_S)

Cuando no hay movimiento relativo entre los cuerpos en contacto; es decir, cuando ninguno se mueve, o ambos se desplazan como si fueran uno solo, oponiéndose a cualquier intento de movimiento relativo. En este caso la fuerza de rozamiento desarrollada es exactamente suficiente para mantener el reposo relativo con las demás fuerzas que actúan sobre el cuerpo.
Esto implica que la fuerza de rozamiento estático es una fuerza regulable o variable alcanzando un valor máximo o límite, el cual depende de la normal y de la aspereza de la superficie en contacto. Por lo tanto la fuerza de rozamiento estático cumple con:

$$\boxed{0 < f_s < f_{s\,(máx)}}$$



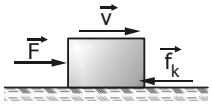
$\boxed{f_{sm} = \mu_s N}$ ...$0 < f_s < f_{s(máx)}$

F_2: fuerza mínima para iniciar el movimiento

La fuerza máxima de rozamiento estático es proporcional a la fuerza de reacción normal $\vec{N}$

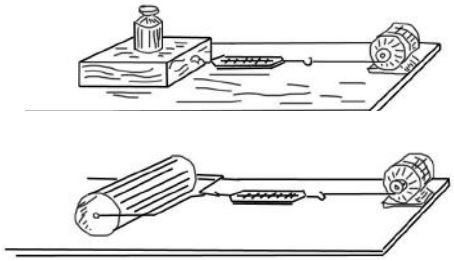
II. ROZAMIENTO CINÉTICO (f_k)

Se genera cuando los cuerpos en contacto se encuentran en movimiento relativo. La fuerza de rozamiento es constante ty prácticamente independiente del valor de la velocidad relativa. La dirección de la fuerza de rozamiento cinético es opuesta al sentido de la velocidad de movimiento del cuerpo, con relación al que se encuentra en contacto.



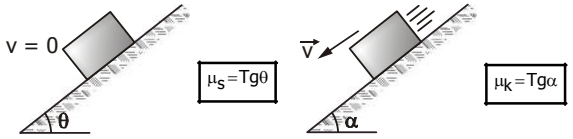
* $fk = \mu_k F_N$

La dependencia entre la fuerza de rozamiento y la velocidad consiste en que, al variar la dirección de la velocidad, cambia también el sentido de la fuerza de rozamiento.



Propiedades

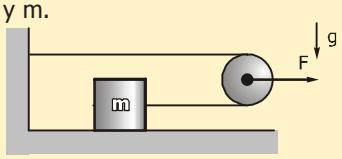
1. Movimiento Inminente **2. MRU**



PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

En el sistema mostrado en la figura, la polea tiene peso despreciable. Si la fuerza de rozamiento en la superficie horizontal es f, determine la aceleración del bloque de masa m, en función de F, f y m.



A) $\frac{F-2f}{2m}$ B) $\frac{F+2f}{2m}$ C) $\frac{2(F+f)}{2m}$

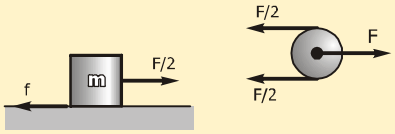
D) $\frac{F-2f}{\sqrt{2}m}$ E) $\frac{2F-f}{\sqrt{2}m}$

NIVEL FÁCIL

UNMSM 2004-I

Resolución

Asumiremos que la cuerda unida al bloque se rompe D.C.L.:



La 2.^{da} ley de Newton determinará la relación:

$$a = \frac{F_a}{m} \Rightarrow a = \frac{\frac{F}{2} - f}{m}$$

$$\Rightarrow ma = \frac{F}{2} - f$$

$$\therefore a = \frac{F-2f}{2m}$$

Respuesta: A) $\frac{F-2f}{2m}$

Problema 2

Un ascensorista cuya masa es de 60 kg esta sobre una balanza en un ascensor en movimiento, está le indica que pesa 760 N. Asumiendo g = 9,8 m/s^2, la magnitud y dirección de su aceleración será:

A) la aceleración es hacia arriba.
B) la aceleración es hacia abajo.
C) la aceleración es hacia la derecha
D) la aceleración es hacia la izquierda.
E) No hay aceleración.

NIVEL INTERMEDIO

UNMSM 2005-I

Resolución:

Debemos comparar el valor de la fuerza con el de la reacción normal.

$F_g = m \cdot g$

$F_g = (60)(9,8) = 588$ N

$N = 760$ N

$\Rightarrow \quad F_N > F_g$

Por la 2.^{da} ley de Newton

$F_R = m \cdot a$

$N - mg = m.a$

$760 - 588 = 60 \cdot a$

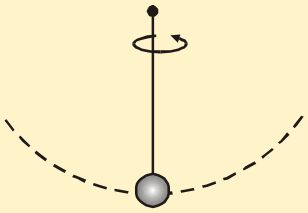
$a = 2,866$ m/s^2

La dirección es hacia arriba pues $F_N > F_g$.

Respuesta: A) la aceleración es hacia arriba.

Problema 3

Una piedra de 2 kg gira en un plano vertical mediante una cuerda de 1 m de longitud. Si la velocidad en la posición mostrada es 10 m/s, halla la tensión de la cuerda en dicha posición. (g = 10 m/s^2).



SAN MARCOS 2005–I

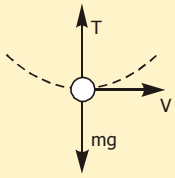
NIVEL FÁCIL

A) 148 N B) 220 N C) 108 N

D) 260 N E) 36 N

Resolución:

Hacemos un D. C. L.:



$$\sum F_R = m.a_C$$

$$T = m.g. = m\frac{v^2}{R}$$

$$T - 2(10) = 2\frac{(10)^2}{1}$$

$T = 220$N

Respuesta: B) 220 N

TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA MECÁNICA

DESARROLLO DEL TEMA

TRABAJO MECÁNICO (W)

I. IMPORTANCIA

Antes de referirnos a la medida de la energía del movimiento mecánico es necesario que nos detengamos previamente en una importante magnitud física: el trabajo mecánico, el cual desempeña un papel crucial en la transmisión del movimiento mecánico y la transferencia de la energía de un cuerpo a otro.

II. OBJETIVOS

Comprender que la aplicación de una fuerza trae consigo un desgaste de energía bajo la realización de un trabajo.

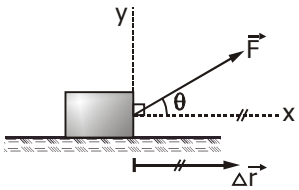
III. HISTORIA

La magnitud que hemos denominado trabajo mecánico, apareció en mecánica sólo en el siglo XIX (casi 150 años después del descubrimiento de las leyes de Newton), cuando la humanidad empezó a utilizar ampliamente máquinas y mecanismos. Pues, al hablar sobre una máquina en funcionamiento decimos que "trabaja".

IV. DEFINICIÓN

Es la transmisión de movimiento ordenado de un participante a otro, con superación de resistencia.

Cuando sobre un cuerpo se ejerce el efecto de una fuerza constante ($\bar{F}$) y el cuerpo realiza el desplazamiento ($\bar{r}$), con ello se efectúa trabajo mecánico (W), y es igual al producto de los módulos de la fuerza y el desplazamiento tomado con signo positivo si tienen la misma dirección y negativo si tienen direcciones opuestas.



$$W_F = F_x \cdot \Delta r$$

donde: Fx = F. Cosθ

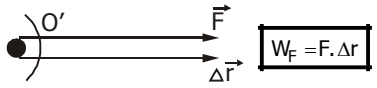
Unidad:

1 joule = 1 newton. 1 metro

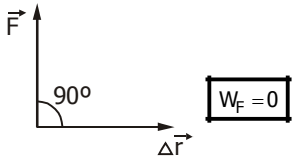
1 J = 1 N.m.

Casos:

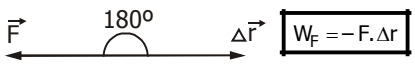
A. θ = 0°



B. θ = 90°



C. θ = 180°



Tomamos como unidad de trabajo mecánico el realizado por una fuerza de 1 N al desplazarse su punto de aplicación a 1m. Esta unidad de trabajo recibió el nombre de Joule (se designa J) en honor al sabio inglés James Prescott Joule, que verificó importantes experimentos para las ciencias, con el fin de medir el trabajo.

1 joule = 1 newton . 1 metro o bien

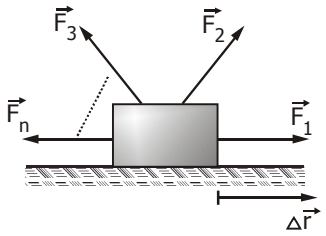
1 J = 1N.m.

1000 J = 1kJ; 1kw – h = 3.6 × 106J

El trabajo mecánico es una magnitud física escalar.

V. TRABAJO NETO O TOTAL

Cuando sobre un cuerpo en movimiento se aplican varias fuerzas, cada una de ellas realiza trabajo mecánico, siendo el trabajo total de todas esas fuerzas igual a la suma algebraica de los trabajos que efectúan las fuerzas de cada una por separado.



$$W_{neto} = \sum_{i=1}^{n} W_{Fi} = W_{F1} + W_{F2} + ... + W_{Fn} \text{ ó}$$

$W_{neto} = \pm F_R . \Delta r$

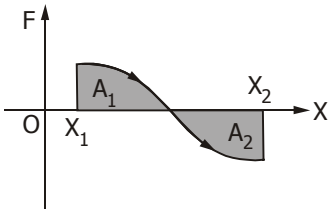
F_R : Fuerza resultante

$(+)$ movimiento acelerado

$(-)$ movimiento desacelerado

VI. TRABAJO DE UNA FUERZA VARIABLE

El trabajo de una fuerza variable en el camino desde el punto x_1 al punto x_2, es igual al área (A) de la figura limitada por la curva con las ordenadas en los puntos x_1 y x_2 y el eje x. $W = (A_1 - A_2)$



VII. TRABAJO DE LA FUERZA DE GRAVEDAD

El trabajo de la fuerza de gravedad no depende de la trayectoria del cuerpo y siempre es igual al producto del módulo de la fuerza de gravedad por la diferencia de alturas en las posiciones inicial y final.

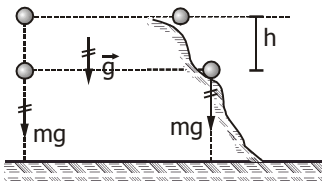
Una de las particularidades de la fuerza de gravedad es que por una trayectoria cerrada, su trabajo es nulo.

FG = mg

$W_{FG} = \pm mgh$

(+), baja

(–), sube



POTENCIA MECÁNICA (P)

I. IMPORTANCIA

Sabemos que toda máquina o equipos eléctricos (radios, grúas, automóviles, etc); requiere una potencia para poder darnos cuenta que tan eficiente es dicha máquina.

II. OBJETIVOS

- Diferenciar entre potencia útil y potencia entregada.
- Tener claro las diferencias entre: potencia media y potencia instantánea.

III. HISTORIA

En el siglo XIX, cuando se empezó a utilizar las máquinas a gran escala, como la máquina simple generalmente para multiplicar la acción de una fuerza; Lo que se gana en fuerza se pierde en desplazamiento, la rápidez con que se realizaba el trabajo ya se denominaba potencia.

IV. DEFINICIÓN

Es una magnitud física escalar que define como el trabajo efectuado en la unidad de tiempo o la rápidez con la cual se efectua el trabajo.

V. POTENCIA MEDIA

Es el trabajo total efectuado entre el tiempo total empleado.

$$\boxed{\text{Potencia} = \frac{W}{t}}$$

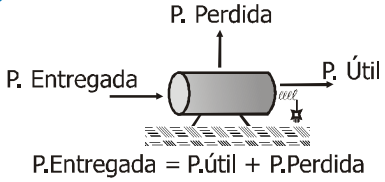
- Unidades: S.I: watt = $\frac{\text{Joul}}{\text{s}}$
- Observaciones: 1Hp = 746 W
  1Hp: Caballo de fuerza

VI. POTENCIA INSTANTÁNEA

Para un determinado instante del movimiento se cumple.

$$\boxed{P = F . V}$$

VII. EFICIENCIA O RENDIMIENTO DE UNA MÁQUINA



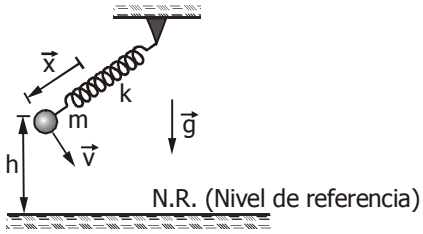
P.Entregada = P.útil + P.Perdida

$$\boxed{n = \frac{P_{ÚTIL}}{P_{ENTREGADA}} x100\%}$$

- $P_{ÚTIL} < P_{ENTREGADA}$
- $n < 100\%$
- $n < 1$

ENERGÍA MECÁNICA

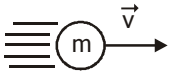
La energía es una magnitud física escalar que expresa la medida general de las distintas formas de movimiento de la materia, siendo estas capaces de transformarse unas en otras.



De todas las formas de movimiento, la que veremos será el movimiento mecánico atribuyendo una categoría energética llamada ENERGÍA MECÁNICA, la cual está constituida por la energía cinética y la energía potencial, que poseen las mismas unidades que la del trabajo, el Joule (J).

I. ENERGÍA CINÉTICA (E_C)

Se da el nombre de energía cinética de un cuerpo a la energía de su movimiento mecánico. La variación de la energía de un cuerpo por la acción de una fuerza es igual al trabajo realizado por esta fuerza.



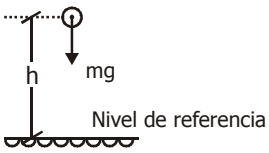
$$E_C = \frac{mV^2}{2}$$

II. ENERGÍA POTENCIAL (E_P)

Recibe el nombre de energía potencial aquella que se determina por la posición mutua de los cuerpos en interacción o bien de las partes de un mismo cuerpo. Los dos tipos de energía potencial que veremos son:

A. Energía potencial gravitatoria (Epg)

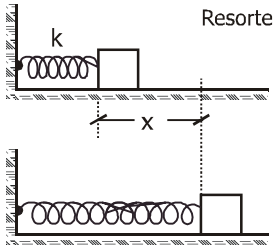
Es aquel tipo de energía que posee un cuerpo debido a la altura en la cual se encuentra, con respecto a un nivel de referencia horizontal trazado arbitrariamente.



$$E_{Pg} = mgh$$

B. Energía potencial elástica (Epe)

Es aquel tipo de energía que almacenan los cuerpos elásticos cuando son deformados.



$$E_{Pe} = \frac{Kx^2}{2}$$

Por lo tanto:

Ep = Epg + Epe

III. ENERGÍA MECÁNICA (E_M)

Es la energía total que posee un cuerpo o sistema debido al movimiento y posición respecto a un sistema de referencia.

$$E_M = E_P + E_C$$

A. Fuerzas conservativas (F_C)

Una fuerza sera conservativa cuando cumple cualquiera de las siguientes condiciones:

- Su trabajo entre 2 posiciones fijas no depende de la trayectoria seguida por el cuerpo.
- Su trabajo en una trayectoria cerrada de ida y vuelta es igual a cero.
- Las principales fuerzas conservativas son:
  - Fuerza de gravedad
  - Fuerza elástica
  - Fuerza eléctrica, etc.

IV. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

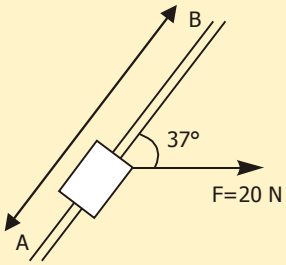
$$E_{M_{inicial}} = E_{M_{final}}$$

- Esto se cumple cuando sólo actúan fuerzas conservativas.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Un arandele puede deslizar por un eje sin fricción; hallar el trabajo realizado por desde A hasta B. (AB = 10 m)



A) 140 J B) 150 J C) 160 J
D) 170 J E) 180 J

NIVEL FÁCIL

Resolución

De la definición

$$W_F = F.Ar.\cos\alpha$$

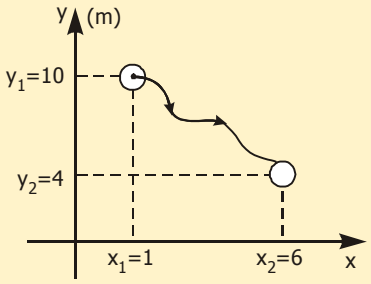
$$W_F = 20(10)\left(\frac{4}{8}\right) = 160\ J$$

Respuesta: C) 160 J

Observa que la solución es equivalente a descomponer la fuerza o el desplazamiento con tal que . $\vec{F} \,//\, \overrightarrow{\Delta_r}$

Problema 2

Hallar el trabajo del peso cuando la masa m = 5 kg se dirige de "A" a "B" por la trayectoria mostrada. (g = 10 m/s²)



A) 190 J
B) 250 J
C) 230 J
D) 300 J
E) 180 J

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

Siendo la gravedad constante; el desplazamiento en la dirección del peso es 10 − 4 = 6 m.

$$W_{mg} = mg(y_1 - y_2) = 5(10)(6)$$

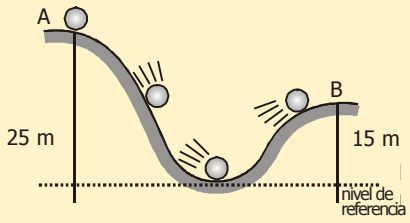
$$W_{mg} = +300\ J$$

Este resultado es general e independiente de la trayectoria.

Respuesta: D) 300 J

Problema 3

Si la esfera es soltada en el punto "A", ¿con qué velocidad pasará por el punto "B"? No considere rozamiento.



UNMSM 2007–I
NIVEL FÁCIL

A) VB = 14 m/s
B) VB = 12 m/s
C) VB = 20 m/s
D) VB = 24 m/s
E) VB = 10 m/s

Resolución:

Como no actúan fuerzas no conservativas se cumple:

$$E_{PG(A)} + E_{C(A)} = E_{PG(B)} + E_{C(B)}$$

$$mgh_A + \frac{mV_A^2}{2} = mgh_B + \frac{mV_B^2}{2}$$

$$mg(25) + \frac{m(0)2}{2} = mg(15) + \frac{mV_B^2}{2}$$

$$mg(25) = mg(15) + \frac{mV_B^2}{2}$$

$$10g = \frac{V_B^2}{2}$$

$$V_B = \sqrt{2.10.9,8}$$

Respuesta: A) VB = 14 m/s

M.A.S. – PÉNDULO SIMPLE

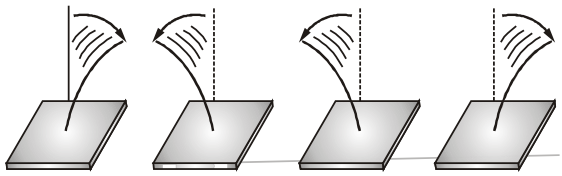
DESARROLLO DEL TEMA

MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE (M.A.S.)

I. DEFINICIÓN

A. Movimiento Oscilatorio

Es aquel movimiento en el cual el cuerpo se mueve hacia uno y otro lado respecto a una posición de equilibrio, es decir efectúa un movimiento de vaivén.

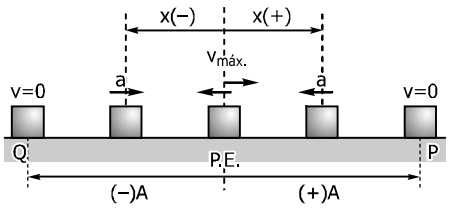


B. Conceptos básicos

- Movimiento Periódico: Es aquel movimiento que se repite en tiempos iguales llamado periodo.
- Movimiento oscilatorio: También se le llama movimiento vibratorio. Es aquel movimiento donde el móvil va y regresa sobre la misma trayectoria en torno a una posición fija de equilibrio.

C. Movimiento armónico simple

Es aquel movimiento rectilíneo, realizado por un móvil, que es oscilatorio y periódico; su aceleración siempre indica hacia la posición de equilibrio y su magnitud es directamente proporcional a la distancia del móvil a la posición de equilibrio (elongación).



- P, Q Extremos.
- P. E: Posición de equilibrio o punto medio de PQ.

– **Oscilación completa:** Movimiento de ida P a Q y de regreso de Q a P.
– **Periodo (T):** Tiempo empleado en dar cada oscilación completa.
– **Frecuencia (f):** Número de oscilaciones completas que realiza el móvil en cada unidad del tiempo.

$$f = \frac{\text{Número de oscilaciones completas}}{\text{Tiempo empleado}}$$

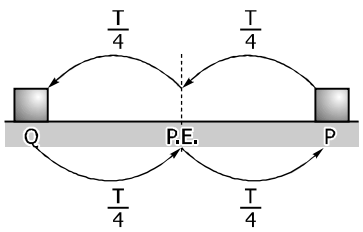
Unidad (S.I.): 1 hertz (Hz) = $1\frac{\text{osc}}{\text{s}}$

Nota:
La frecuencia es la inversa del periodo.

$$\Rightarrow \boxed{f = \frac{1}{T}} \quad \text{o} \quad \boxed{fT = 1}$$

– **Elongación:** Desplazamiento del móvil con respecto a la posición de equilibrio.
– **Amplitud (A):** Elongación máxima cuando el móvil está en los extremos.

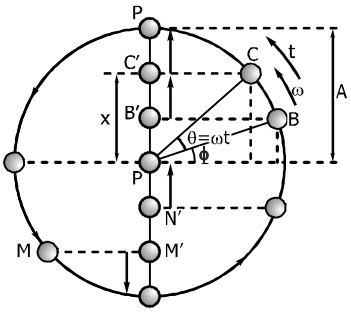
Propiedad:



T = periodo.

D. Cinemática del M.A.S.

Si una partícula realiza un movimiento circular uniforme (M.C.U.) su proyección en cualquier diámetro realiza un M.A.S.



Suponiendo que el móvil parte de B, ϕ = ángulo de fase inicial (partida) $\alpha + \omega t$ = ángulo de fase en un tiempo t.

Luego:

$$\bar{x} = A\,\text{sen}(\omega t + \phi)$$

w = frecuencia angular del M.A.S. = constante.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

Casos:

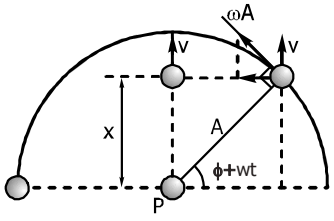
1. $\phi = \frac{\pi}{2}$ rad (parte del extremo de arriba)

$$x = A\text{Sen}\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \bar{x} = A\text{Cos}(\omega t)$$

2. $\phi = 0°$ (parte de la P.E. y hacia arriba)

$$\bar{x} = A\,\text{sen}(\omega t)$$

Velocidad

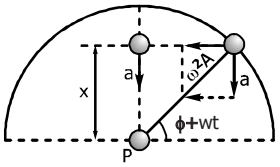


$$\bar{v} = w\,A\cos(\omega t + \phi)$$

Además el módulo de la velocidad es:

$$V = \omega\sqrt{A^2 - x^2} \ *$$

Aceleración



$$\bar{a} = -\omega^2\,A\,\text{sen}(\omega t + \phi)$$

$$a = \omega^2 x \ *$$

Para recordar: La magnitud de la aceleración directamente proporcional a la elongación.

Observaciones:

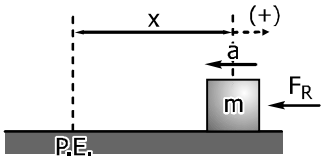
1. $v_{máx.} = \omega A$ En la P.E. x = 0

   $v_{mín.} = 0$ En los extremos

2. $a_{máx.} = \omega^2 A$ En los extremos x = A

   $a_{mín.} = 0$ En la P.E. x = 0

Dinámica del M.A.S: La fuerza resultante $(\vec{F}_R)$ que actúa sobre cada cuerpo que realiza el M.A.S. se llama fuerza recuperadora. Señala hacia la P.E. y su magnitud es directamente proporcional a la elongación.

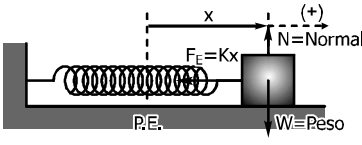


Por la 2.a ley de Newtón: $\vec{F}_R = \bar{m}a$

$$F_R = m\omega^2 x$$

En la P.E., entonces $F_R = 0$.

Sistema masa resorte: El resorte es de masa despreciable y es elástico. Efectúa el sistema un M.A.S. si el reforzamiento es nulo.



$$F_R = m\omega^2$$
$$kx = m\omega^2 x$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Periodo (T)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

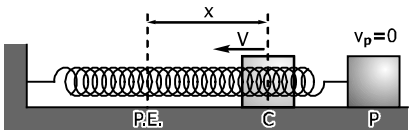
$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}}$$

Frecuencia (f)

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow \boxed{f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}}$$

Nota: $w = \sqrt{k/m}$

Conservación de la energía mecánica del M.A.S.

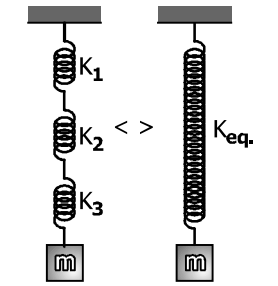


$$E_M = E_C + E_p$$

$$\Rightarrow E_M = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{KA^2}{2}$$

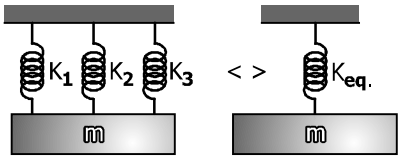
Asociación de resortes

- En serie



$$\boxed{\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3}}$$

- En paralelo

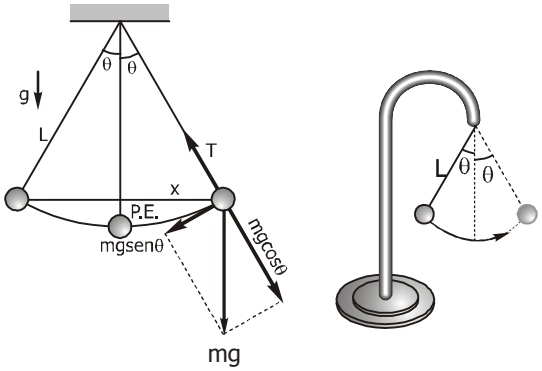


$$\boxed{K_{eq} = K_1 + K_2 + K_3}$$

PÉNDULO SIMPLE

Sistema físico formado de masa puntual suspendido por una cuerda ligera e inextensible.

Cuando se separa hacia un lado de su posición en equilibrio y se suelta el péndulo oscila en un plano vertical por la influencia de la gravedad.



Si θ es pequeño (θ < 10°) el movimiento se considera un M.A.S.

$$F_R = m\omega^2 x$$

$$mgSen\theta = m\omega^2 x$$

$$mg.\frac{x}{L} = m\omega^2.x \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

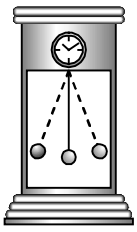
Luego: $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}$$

T: periodo
L: longitud de la cuerda.
g: aceleración de la gravedad

Importante

- El periodo del péndulo no depende de la masa de la partícula. El periodo depende de la longitud de la cuerda y de la aceleración de la gravedad del lugar donde se realiza el M.A.S. (θ < 10°)



- Una aplicación directa del péndulo es el "bate segundos", que generalmente se usaban años atrás, el período de este reloj es de 2 segundos es decir en ir y regresar demora 2 segundos.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

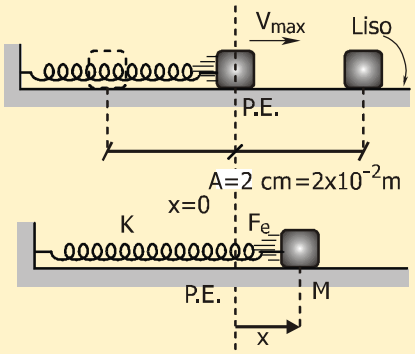
La amplitud de las vibraciones armónicas de un punto material es A = 2cm y la energía total de las vibraciones es $E_T = 3\times10^{-7}$ J. ¿Cuál será la elongación del punto cuando la fuerza que actúa sobre él es $F = 2{,}25 \times 10^{-5}$N?

A) $1{,}5 \times 10^{-2}$ m
B) $2{,}5 \times 10^{-2}$ m
C) $3{,}5 \times 10^{-2}$ m
D) 10×10^{-2} m
E) $1{,}8 \times 10^{-2}$ m

NIVEL FÁCIL

Resolución

Graficamos según el enunciado del problema.



La energía total del oscilador se mantiene constante y además deducimos que esta energía es igual a la energía cinética máxima ($E_{C(máx)}$) o igual a la energía potencial máxima ($E_{P(máx)}$).

$$E_M = E_{C(máx)} = E_{P(máx)}$$

Luego:

$$E_M = E_{P(máx)} = \frac{KA^2}{2}$$

Reemplazando:

Ahora cuando encontremos la deformación longitudinal del norte (x) cuando la fuerza sobre él, es:

$F_e = 2{,}25 \times 10^{-5}$ N

y esto ocurre en la posición M tenemos:

$$F_e = Kx$$

$$x = \frac{F_e}{k}$$

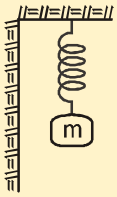
$$x = \frac{2{,}25\times10^{-5}}{1{,}5\times10^{-2}\ m}$$

$$\therefore \quad \boxed{x = 1{,}5\times10^{2}\ m}$$

Respuesta: A) 1,5×10⁻² m

Problema 2

Un bloque de 7 kg cuelga del extremo interior de un resorte vertical fijo a una viga volada. ¿Cuál es la constante de fuerza del resorte si la masa oscila con un movimiento armónico simple a una frecuencia de 0.38 Hz?

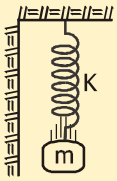


A) 50.8 N/m
B) 39.8 N/m
C) 60.8 N/m
D) 20.8 N/m
E) 30.8 N/m

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

El bloque unido al resorte desarrolla un MAS. Para el MAS, la frecuencia cíclica (ω) es:



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad \text{..... (I)}$$

además:

$\omega = 2\pi f$; (f: frecuencia) .....(II)

igualando I y II obtenemos:

$$\sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi f;$$

de donde $k = 4\pi^2 f^2 m$

Reemplazamos los datos.

$k = 4(3{,}14)^2(0{,}38)^2 \times 7$

$$\therefore \boxed{k = 39{,}8\ N/m}$$

Respuesta: B) 39,8 N/m

Problema 3

Un péndulo simple bate al segundo en un lugar dado: $g = 9{,}8\ m/s^2$. ¿Qué periodo tendrá dicho péndulo dentro de un ascensor que sube con aceleración $a = 0{,}2\ m/s^2$? Considere: $\pi = \sqrt{9{,}8}$.

NIVEL DIFÍCIL

A) $0{,}1\pi\sqrt{10}$s
B) $0{,}2\pi\sqrt{10}$s
C) $0{,}3\pi\sqrt{10}$s
D) $0{,}4\pi\sqrt{10}$s
E) $0{,}5\pi\sqrt{10}$s

Resolución:

Sabemos:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

⇒ Si bate al segundo su periodo es 2s, reemplazando.

$$2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{9{,}8}} \Rightarrow L = 1m$$

Dentro del ascensor:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{8 + a}}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9{,}8 + 0{,}2}} = 0{,}2\pi\sqrt{10}s$$

Respuesta: B) 0,2π√10 s

ONDAS MECÁNICAS - SONIDO

DESARROLLO DEL TEMA

MOVIMIENTO ONDULATORIO

I. ONDA

Es una perturbación que viaja a través del espacio o en un medio elástico, transportando energía sin que haya desplazamiento de masa.

II. NATURALEZA DE LAS ONDAS

A. Ondas mecánicas

Son aquellas que se generan en los medios sólidos, líquidos o gaseosos, en donde las perturbaciones se transmiten por vibraciones de las moléculas del medio. Las ondas mecánicas necesitan de un medio material para propagarse

Ejemplos: El sonido, las ondas producidas en una cuerda, las ondas sísmicas, etc.

B. Ondas electromagnéticas

Son aquellas que se producen en el vacío por causa de estímulos eléctricos y magnéticos. Son las únicas que no necesitan de un medio material para propagarse.

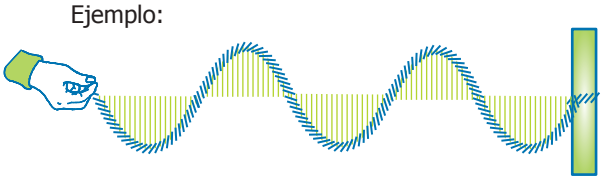
Ejemplos: Los rayos "X", rayos gamma, la luz etc.

III. TIPOS DE ONDA

A. Ondas transversales

En una onda transversal la vibración de las partículas del medio es perpendicular a la dirección en que se propaga (viaja) la onda.

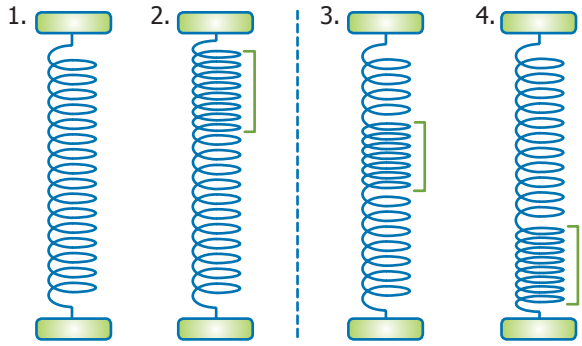
Ejemplo:



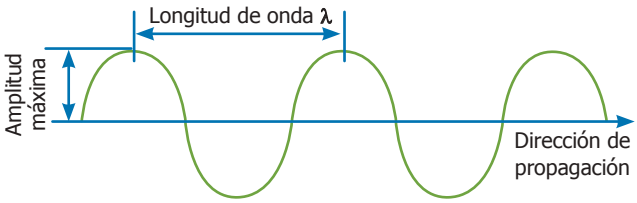
B. Ondas longitudinales

En una onda longitudinal la vibración de las partículas del medio es paralela a la dirección de propagación de la onda.

Ejemplo: Las ondas de sonido son longitudinales.



IV. ELEMENTOS DE UNA ONDA



A. Ciclo

Llamamos así a la oscilación completa que realiza una partícula del medio cuando pasa una onda por el lugar que ella ocupa. En una onda transversal, el ciclo es la silueta móvil que vemos.

B. Periodo (T)

Es el tiempo que emplea un ciclo en pasar por un punto del medio. Es también el tiempo que utiliza una partícula del medio en efectuar una oscilación completa.

C. Frecuencia (f)

Representa el número de ciclos que atraviesan un plano de referencia en cada unidad de tiempo. Su unidad, según el SI, es **hertz** y su símbolo es «Hz».

$$f = \frac{\text{N.° de ciclos completos}}{\text{tiempo}}$$

D. Amplitud (A)
Llamamos así a la máxima elongación lineal que experimenta una partícula del medio cuando por ella pasa una onda.

E. Cresta
En una onda transversal, son los puntos más altos del ciclo.

F. Valle
En una onda transversal, son los puntos más bajos del ciclo.

G. Longitud de onda (λ)
Es la distancia que recorre la onda en un tiempo igual al período. Es también la distancia entre dos crestas o valles consecutivos.

V. VELOCIDAD DE UNA ONDA

Por MRU: $V = \frac{d}{t} \rightarrow V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$

Velocidad de una onda transversal en una cuerda

F: Fuerza de tensión ..... newton(N)
m: masa de la cuerda ..... kilogramo(kg)
V: rapidez de la onda transversal..... m/s
L: longitud de la cuerda ..... m
μ: densidad lineal ..... kg/m

$$\mu = \frac{\text{masa (m)}}{\text{longitud (L)}}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$$

VI. ECUACIÓN DE LA ONDA

$$Y = A.Sen(Kx \pm w.t)$$

Donde:

K: Número de onda $K = \frac{2\pi}{\lambda}$

W: frecuencia angular $w = \frac{2\pi}{\lambda} = 2\pi f$

Para la ecuación de la onda recuerda la convención de signos.
(−) Si se propaga de izquierda a derecha.
(+) Si se propaga de derecha a izquierda.

EL SONIDO

El sonido es una onda mecánica longitudinal debido a que necesita de un medio material para propagarse

I. PROPAGACIÓN DEL SONIDO

Si "V" es la rapidez del sonido se cumple:

$$V_{\text{sólidos}} > V_{\text{líquidos}} > V_{\text{gases}}$$

II. CUALIDADES DEL SONIDO

A. Intensidad
La intensidad del sonido es la energía que transportan las ondas sonoras. Según su intensidad, los sonidos pueden ser fuertes (gran intensidad) o débiles (pequeña intensidad).
La intensidad del sonido a una distancia "r" se determina de la siguiente manera:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Donde "P" es la potencia de la fuente que se mide en watts (W) y "$4\pi r^2$" es el área de una esfera de radio "r", a través de la cuál pasa perpendicularmente la energía del sonido. "I" se mide en el S.I. en W/m^2.

La mínima intensidad que el oído humano puede detectar se le denomina "UMBRAL DE AUDICIÓN (I_0)".

$$I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$$

La máxima intensidad que oído humano puede detectar se le denomina "UMBRAL DEL DOLOR", el sonido es desagradablemente alto y pude ser doloroso al oído.

$$I_{máx} = 1\ W/m^2$$

- **Nivel de intensidad (β)**
  Es conveniente comprimir el gran intervalo de intensidades del sonido usando una escala logarítmica (base 10) para expresar niveles de intensidad. El nivel de un sonido debe ser referido a una intensidad estándar, que se toma de del umbral de audición (I_0).

$$\beta = 10Log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

Donde β se mide en decibel (dB).

B. Tono

El tono de un sonido lo marca la frecuencia o número de vibraciones por segundo que produce el cuerpo que vibra: si este número es alto, el sonido es agudo (alta frecuencia), y si es bajo, el sonido es grave (baja frecuencia). Recordemos que la frecuencia se mide en hertz (Hz).

C. Timbre

El timbre es la cualidad del sonido que nos permite distinguir entre dos o más sonidos producidos por fuentes sonoras distintas, aunque los sonidos tengan la misma intensidad y la misma frecuencia. Por ejemplo, los sonidos emitidos por un piano y una flauta al tocar la misma nota con la misma intensidad tienen un timbre muy distinto.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Una cuerda oscila con una frecuencia de 20 Hz. Si cada onda recorre 10 m en 2 s, determine su longitud de onda.

A) 0,2 m B) 0,1 m C) 0,25 m
D) 0,35 m E) 0,5 m

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

* $f = 20$ Hz
* $V = \frac{d}{t} = \frac{10}{2s} = 5 m/s$

Como: $V = \lambda \cdot \rho$

Reemplazando: $5 = \lambda \cdot 20$

$\lambda = 1/4$ m

$\lambda = 0,25$ m

Respuesta: 0,25

Problema 2

Una onda transversal posee una longitud de onda de 4 m y una frecuencia de 2 Hz. ¿Cuál es su velocidad?

A) 12 m/s
B) 10 m/s
C) 8 m/s
D) 6 m/s
E) 4 m/s

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

Datos: $\lambda = 4m$; $f = 2Hz = 2s^{-1}$

La velocidad de la onda se determina:

$V = \lambda f = 4m \times 2s^{-1} = 8m/s$

Respuesta: 8 m/s

Problema 3

Se mantiene tensa una cuerda flexible de 30 m de longitud y 10 kg de masa entre dos postes con una tensión de 2700N. si se golpea transversalmente la cuerda en uno de sus extremos, hallar el tiempo que empleará la onda de alcanzar el otro extremo.

A) 1/2 s B) 1/3 s
C) 1/4 s D) 1/5 s
E) 1/6 s

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

Datos: $L = 30$ m; $m = 10$ kg; $F = 2700N$

La velocidad de la onda transversal se determina:

$$V = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{2700 \times 30}{10}} = 90\, m/s$$

Luego el tiempo:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{30}{90} = \frac{1}{3} s$$

Respuesta: 13 s

HIDROSTÁTICA

DESARROLLO DEL TEMA

I. FLUIDO

Es aquella sustancia que debido a su poca cohesión intermolecular carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene.

II. DENSIDAD (ρ)

Magnitud física escalar que indica la cantidad de masa que tiene una sustancia por cada unidad de volumen.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}} \Rightarrow \boxed{\rho = \frac{m}{V}} \quad \text{Unidad: } \frac{kg}{m^3}$$

III. PESO ESPECÍFICO (γ)

Magnitud física escalar que indica el peso que tiene una sustancia por cada unidad de volumen.

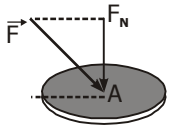
$$\Rightarrow \boxed{\rho = \frac{w}{V}} \quad \text{Unidad: } \frac{N}{m^3}$$

Relacionando densidad y peso específico, concluimos:

$$\boxed{\gamma = \rho g} \quad \text{y} \quad \boxed{w = \rho g V}$$

IV. PRESIÓN

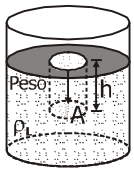
Es una magnitud física tensorial que nos indica la distribución de una fuerza normal (F_N) sobre una superficie (A).



$$P = \frac{F_N}{A} \quad \text{Unidad SI: pascal (Pa)}$$

V. PRESIÓN HIDROSTÁTICA (p_h)

Es aquella presión ejercida por una columna de líquido en reposo.

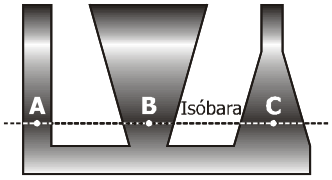


$$\boxed{P_h = \rho_L . g . h}$$

ρ_L = densidad del líquido
h = altura (m)
g = 10 m/s²
p_h = Presión hidrostática (Pa)

VI. VASOS COMUNICANTES

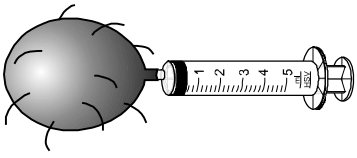
Son recipientes de diferentes formas que se encuentran unidos por sus bases, sirve para determinar la densidad de líquidos desconocidos.



$$\boxed{P_A = P_B = P_C}$$

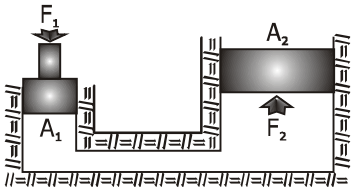
VII. PRINCIPIO DE PASCAL

"Todo incremento de presión en un punto de un fluído se transmite íntegramente por igual y en toda dirección a todos los otros puntos del fluído".



VIII. PRENSA HIDRÁULICA

Está constituido por dos cilindros de diferentes diámetros comunicados por su base, la cual contiene un líquido y se encuentran cerrados con émbolos deslizantes.

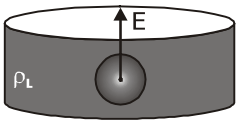


Al aplicar una fuerza (F_1) al émbolo de menor área (A_1) el líquido recibe una presión que se transmite por el líquido y aparece una fuerza (F_2):

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

IX. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

"Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido en reposo experimenta una fuerza en dirección vertical hacia arriba de parte del fluido llamado empuje (E)".



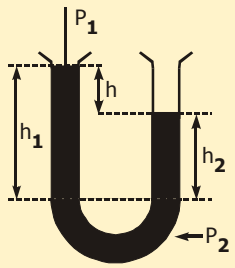
$$E = \rho_L . g . V_s$$

Donde: ρ_L : densidad del líquido
V_s : volumen sumergido
E : fuerza de empuje

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

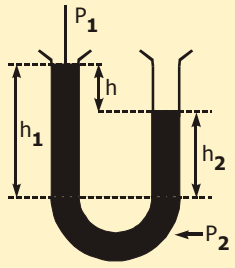
En un tubo en forma de U, dos líquidos que no se mezclan, de densidades $\rho = 0{,}8$ g/cm³ y $= 1$ g/cm³, se encuentran en equilibrio como se muestran en la figura. Si h = 2 cm, ¿cuál es el valor de h_1 y h_2?



A) $h_1 = 10$ cm, $h_2 = 8$ cm
B) $h_1 = 12$ cm, $h_2 = 10$ cm
C) $h_1 = 8$ cm, $h_2 = 2$ cm
D) $h_1 = 10$ cm, $h_2 = 7$ cm
E) $h_1 = 13$ cm, $h_2 = 5$ cm

UNMSM 2004
NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

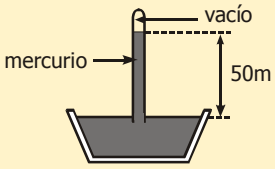


$p_A = p_A$
$\rho_1 g h_1 + P_0 = r_2 g h_2 + P_0$
$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$
$0{,}8\ h_1 = \rho_1 h_2$
$h_2 + 0{,}8\ h_1$
De la geometría de la figura, tenemos:
$h_1 = 10$ cm y $h_2 = 8$ cm

Respuesta: A) $h_1 = 10$ cm, $h_2 = 8$ cm

Problema 2

Sabemos que el barómetro es un instrumento para medir la presión atmosférica. De acuerdo con la figura adjunta, determina la presión atmosférica local.
($P_{hg} = 13\,600$ kg/m³, $g = 10$ m/s²)



A) $5{,}8 \times 10^4$ Pa B) $6{,}8 \times 10^4$ Pa
C) $6{,}3 \times 10^4$ Pa D) $6{,}8 \times 8^4$ Pa
E) $6{,}8 \times 12^4$ Pa

UNMSM 2005
NIVEL FÁCIL

Resolución:

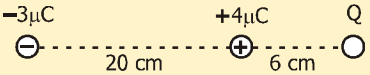
$P_{atm} = gh$
$= (13\,600)(10)(50 \times 10^{-2})$

$P_{atm} = 6{,}8 \times 10^4$ N/m²
$= 6{,}8 \times 10^4$ Pa

Respuesta: B) $6{,}8 \times 10^4$ Pa

Problema 3

Tres cargas se localizan en una recta como se ve en la figura. La fuerza que actúa sobre la carga de +4 μC es 12,3 N hacia la derecha. ¿Cuál es la magnitud y el signo de la carga Q?

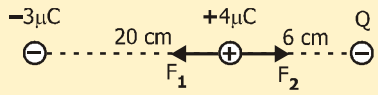


A) −1,2 μC B) −1,8 μC C) −1,5 μC
D) −1,3 μC E) −3,5 μC

UNMSM 2004
NIVEL FÁCIL

Resolución:

La carga de −3 μC atrae a +4 μC con una fuerza F_1, para que la resultante sea de 12,3 N hacia la derecha la carga Q debe ser negativa y atraer a +4μC con F_2.



Calculo de F_1:

$$F_1 = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F_1 = 9 \times 10^9 \frac{(3.10^{-9})(4.10^{-9})}{(2.10^3)^2}$$

$F_1 = 2{,}7$ N ... (1)

La resultante es 12,3 N hacia la derecha, luego:
$F_2 - F_1 = 12{,}3$ N
$F_2 - 2{,}7$ N $= 12{,}3$ N
$F_2 = 15$ N

En la ley de Coulomb:

$$F_2 = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$15 = 9.10^9 \frac{(4.10^6)Q}{(6.10^2)^2}$$

$Q = 1{,}5.10^{-6}$ C (módulo)

Recordemos que Q debe ser negativa:
$Q = -1{,}5$ μC

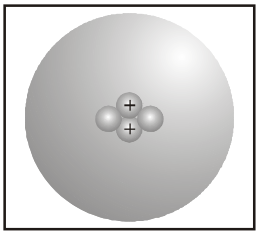
Respuesta: C) −1,5 μC

ELECTROSTÁTICA

DESARROLLO DEL TEMA

I. CARGA ELÉCTRICA

La carga eléctrica es una propiedad intrínseca de algunas partículas sub – atómicas que se manifiesta mediante atracciones y repulsiones que determina las interacciones eléctricas entre ellas.



En el Sistema Internacional de Unidades la unidad de carga electrostática es la del electrón.

Dicha carga eléctrica fue encontrada experimentalmente por Robert Millikan en su experimento denominado "La gota de aceite".

El valor encontrado fue de $-1{,}6 \times 10^{-19}$ C, también denotada con e^-. Los protones tienen la carga opuesta e^+.

II. FORMAS DE ELECTRIZACIÓN

A. Electrización por contacto

Consiste en cargar un cuerpo poniéndolo en contacto con otro previamente electrizado. En este caso, ambos quedarían cargados con carga del mismo signo.

Esto se debe a que habrá transferencia de electrones libres desde el cuerpo que los posea en mayor cantidad hacia el que los contenga en menor proporción y manteniéndose este flujo hasta que la magnitud de la carga sea la misma en ambos cuerpos.

Por ejemplo: Carga eléctrica de un electroscopio por contacto.

Varillas de diferentes materiales previamente cargadas por frotamiento le transmiten carga por contacto al electroscopio, la cual se detecta por la separación de las láminas del mismo.

B. Electrización por frotamiento

Se caracteriza por producir cuerpos electrizados con cargas opuestas. Esto ocurre debido a que los materiales frotados tienen diferente capacidad para retener y entregar electrones y cada vez que se tocan, algunos electrones saltan de una superficie a otra.

Por ejemplo: Carga eléctrica de un globo por frotamiento.

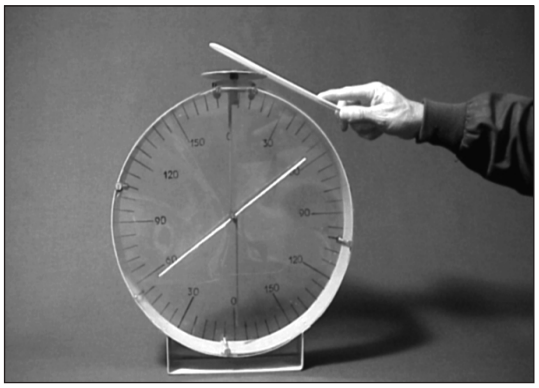
Se frota con un paño un globo inflado y se puede observar que atrae pequeños trozos de un material liviano.

C. ELECTRIZACIÓN POR INDUCCIÓN

La inducción es un proceso de carga de un objeto sin contacto directo.

Un cuerpo cargado eléctricamente puede atraer a otro cuerpo electrizado a un cuerpo neutro, se establece una interacción eléctrica entre las cargas del primero y las del cuerpo neutro.

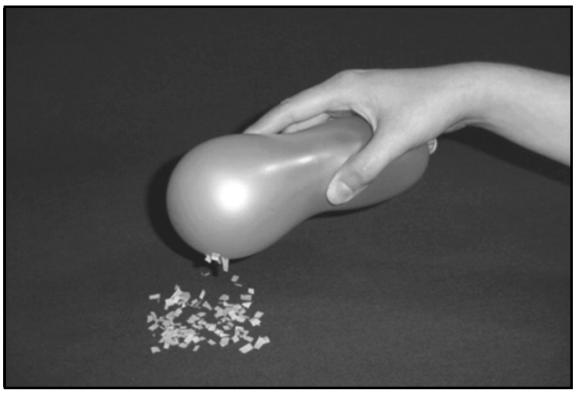
Como resultado de redistribución de cargas, la carga neta inicial no ha variado en el cuerpo neutro, pero en algunas zonas se carga positivamente y en otras negativamente.



Se dice que aparecen cargas eléctricas inducidas. Entonces el cuerpo electrizado, denominado inductor, induce una carga con signo contrario en el cuerpo neutro y por lo tanto lo atrae.

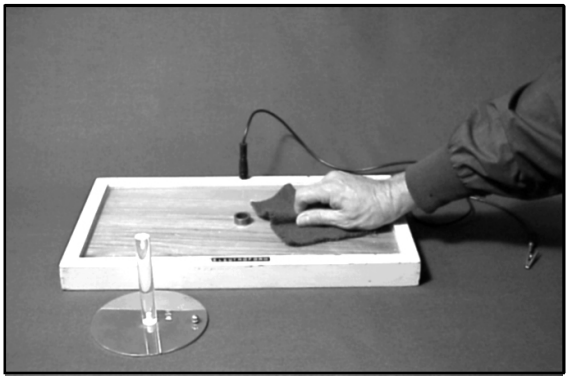
Por ejemplo: Electróforo.

El electróforo es un dispositivo que se utiliza para obtener carga eléctrica por inducción. Está compuesto por una superficie plástica la cual tiene un tubo metálico en la parte central el cual se encuentra conectado a tierra.



III. CARGAS POSITIVAS Y NEGATIVAS

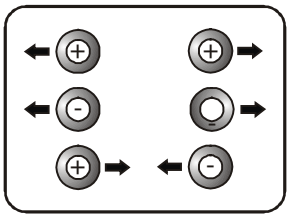
Si se toma una varilla de vidrio y se la frota con seda colgándola de un hilo largo, también de seda, se observa que al aproximar una segunda varilla (frotada con seda) se produce repulsión mutua. Sin embargo, si se aproxima una varilla de ebonita, previamente frotada con una piel, se observa que atrae a la varilla de vidrio colgada. También se verifica que dos varillas de ebonita frotadas con piel se repelen entre sí. Estos hechos se explican diciendo que al frotar una varilla se le comunica *carga eléctrica* y que las cargas en las dos varillas ejercen fuerzas entre sí.



Los efectos eléctricos no se limitan a vidrio frotado con seda o ebonita frotada con piel. Cualquier sustancia frotada con cualquier otra, en condiciones apropiadas, recibe carga en cierto grado. Sea cual sea la sustancia a la que se le comunicó carga eléctrica se verá que, si repele al vidrio, atraerá a la ebonita y viceversa.

No existen cuerpos electrificados que muestren comportamiento de otro tipo. Es decir, no se observan cuerpos electrificados que atraigan o repelen a las barras de vidrio y de ebonita simultáneamente: si el cuerpo sujeto a observación atrae al vidrio, repelará a la barra de ebonita y si atrae a la barra de ebonita, repelerá a la de vidrio.

La conclusión de tales experiencias es que sólo hay dos tipos de carga y que cargas similares se repelen y cargas diferentes se atraen. Benjamín Franklin denominó positivas a las que aparecen en el vidrio y negativas a las que aparecen en la ebonita.



IV. PROPIEDADES DE LA CARGA

A. Principio de conservación de la carga

En concordancia con los resultados experimentales, el principio de conservación de la carga establece que no hay destrucción ni creación neta de carga eléctrica, y afirma que en todo proceso electromagnético la carga total de un sistema aislado se conserva, tal como pensó Franklin.

B. Cuantización de la carga

La experiencia ha demostrado que la carga eléctrica no es continua, o sea, no es posible que tome valores arbitrarios, sino que los valores que puede adquirir son múltiplos enteros de una cierta carga eléctrica mínima. Esta propiedad se conoce como cuantización de la carga y el valor fundamental corresponde al valor de carga eléctrica que posee el electrón y al cual se lo representa como e^-.

Cualquier carga Q que exista físicamente, puede escribirse como:

$$Q = n \cdot e$$

siendo n un número entero, positivo o negativo.

$$e = 1{,}6\times10^{-19}\ C$$

V. LEY DE COULOMB

Se denomina interacción electrostática a la fuerza de atracción o repulsión que se observa entre objetos con carga eléctrica, debida a la sola existencia de estas cargas, dando origen al campo electrostático.

Las características cuantitativas de este fenómeno fueron estudiadas por Coulomb y Cavendish, dando origen a lo que se conoce como Ley de Coulomb.

La ley de Coulomb lleva su nombre en honor a Charles – Augustín de Coulomb, uno de sus descubridores y el primero en publicarlo. No obstante, Henry Cavendish obtuvo la expresión correcta de la ley, con mayor precisión que Coulomb, pero esto no se supo hasta después de su muerte.

Enunciado de la ley

"La magnitud de cada una de las fuerzas eléctricas con que interactúan dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las espera".

En términos matemáticos, la magnitud F de la fuerza que cada una de las dos cargas puntuales q_1 y q_2 ejerce sobre la otra separadas por una distancia d se expresa como:

Donde:
F: fuerza eléctrica (en Newton)
q_1 y q_2: cargas eléctricas (en Coulomb)
d: distancia (en metros)
K: constante de Coulomb $\frac{N.m^2}{C^2}$
En el aire o en el vacío, la constante de Coulomb toma el valor de:

$$K = 9\times10^9\ N.m^2/C^2$$

VI. POTENCIAL DE UN CAMPO ELECTROSTÁTICO Y DIFERENCIA DE POTENCIAL

A. Potencial

La energía potencial de una carga en un campo electrostático es proporcional a la carga. Esto es válido para cualquier campo. Por consiguiente, la razón de la energía potencial a la carga no depende de la carga situada en el campo.

Se llama potencial de un campo electrostático (V) en un punto P, a la razón de la energía potencial (U) y la carga (q) en el campo a dicha carga. Según esta definición el potencial es:

$$V_p = \frac{U}{q}$$

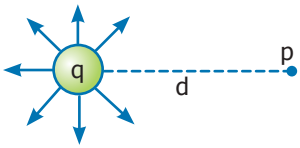
La intensidad del campo $\vec{E}$ es un vector que representa la característica de fuerza del campo; esta característica determina la fuerza que actúa sobre la carga q en un punto dado del campo. El potencial V es un escalar que sirve de característica energética del campo; este escalar determina la energía potencial de la carga (q) en un punto dado del campo.

Respecto de la placa B (nivel cero) el potencial para el campo homogéneo es:

VII. POTENCIAL DEL CAMPO ELECTROSTÁTICO DE UNA CARGA PUNTUAL

La deducción de la fórmula del potencial del campo eléctrico de una carga puntual q, en dependencia de la distancia r, es bastante complicada y no vamos a detenernos en ella.

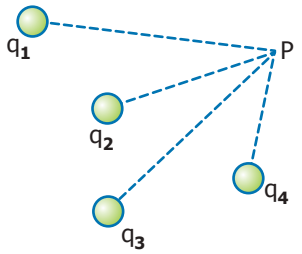
La expresión del potencial del campo de una carga puntual tiene la forma:



$$V_p = k\frac{q}{d}$$

Es evidente que el potencial de los puntos del campo de una carga positiva (q > 0) será también positivo (V > 0), y el de una carga negativa (q < 0), negativo (V < 0).

El potencial del campo V en un punto arbitrario debido a un sistema de cargas puntuales se determina como la suma algebraica de los potenciales creados por dichas cargas puntuales individualmente, V_1, V_2, V_3, etc.



$$V_{total} = V_1+V_2+V_3+...+V_n \Rightarrow V_{total} = \Sigma Vp$$

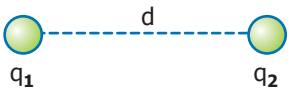
Esta relación es consecuencia del principio de superposición de los campos.

Energía potencial de interacción de dos cargas puntuales.

Se puede calcular la energía potencial de la interacción de dos cargas puntuales.

Esta puede ser, en particular, la energía con que interaccionan un electrón con el núcleo atómico.

La energía potencial de una carga q_2 en el campo eléctrico de una carga puntual q_1 es igual al producto de la carga q_2 por el potencial V_1 del campo de la carga q_1.

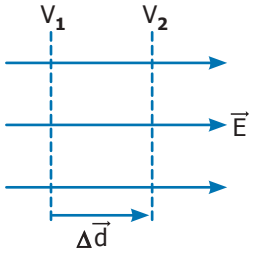


$$V = q_2V_1 = q_2.k\frac{q_1}{d}$$

$$U = k\frac{q_1q_2}{d}$$

VIII. RELACIÓN ENTRE LA INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO Y LA DIFERENCIA DE POTENCIAL

Entre la intensidad del campo eléctrico y la diferencia de potencial existe una dependencia determinada:



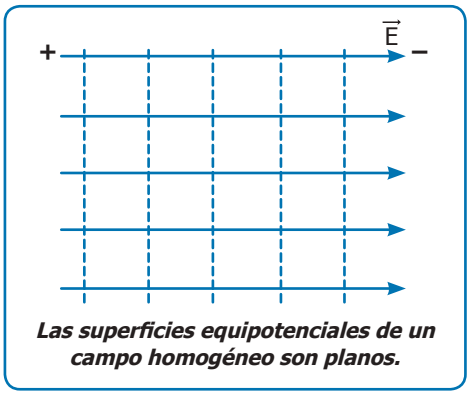
$$V_1 - V_2 = E\ .\ \Delta d$$

- **Superficies equipotenciales**

De un modo semejante a las líneas de fuerza, las superficies equipotenciales caracterizan cualitativamente la distribución del campo en el espacio.

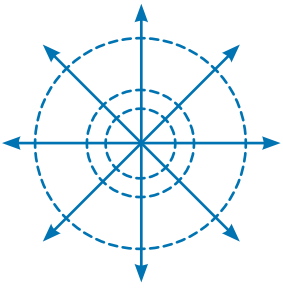
Todos los puntos de una superficie perpendicular a las líneas de fuerza tienen el mismo potencial.

Las superficies de igual potencial se llaman equipotenciales. El vector intensidad es perpendicular a las superficies equipotenciales y está dirigido en el sentido en que el potencial disminuye.

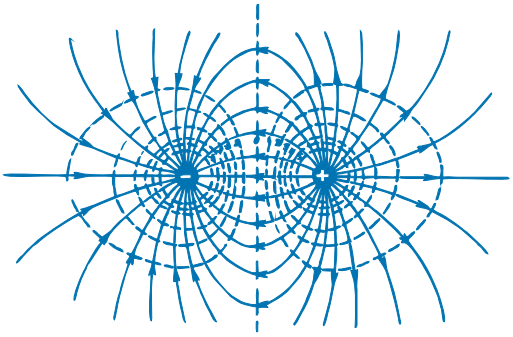


Las superficies equipotenciales de un campo homogéneo son planos.

V = const



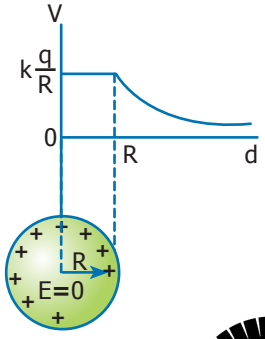
Las superficies equipotenciales del campo de una carga puntual son esferas concéntricas



Superficies equipotenciales del campo de un dipolo

Es equipotencial la superficie de cualquier conductor en un campo electrostático, por que las líneas de fuerza de este son perpendiculares a la superficie del conductor. Y no sólo la superficie, sino todos los puntos dentro del conductor tienen el mismo potencial.

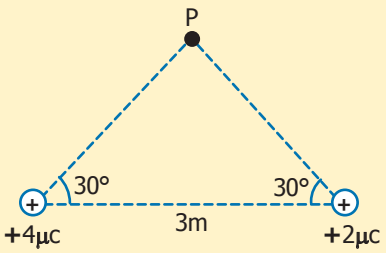
La intensidad del campo dentro del conductor es nula, por consiguiente, es nula también la diferencia de potencial entre cualesquiera puntos del conductor.



PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Calcule intensidad de campo eléctrico resultante el punto P.



A) $60\sqrt{3}$N

B) $6000\sqrt{3}$N

C) $4000\sqrt{3}$N

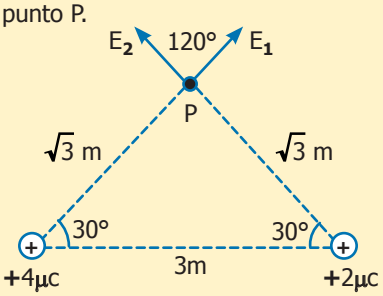
D) $500\sqrt{3}$N

E) 1000N

UNMSM 2002
NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

Representamos los eléctricos sobre el punto P.



Cálculo de F_1:

$$E_1 = k_o \frac{Q_1}{r^2}$$

$$F_1 = 9\cdot10^9 \frac{\left(4\cdot10^{-6}\right)}{\sqrt{3}^2}$$

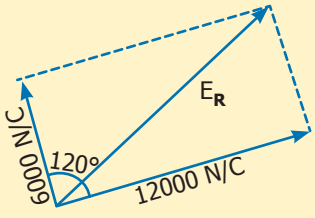
Cálculo E_2:

$$F_2 = k_o \frac{Q_1}{r^2}$$

$$F_2 = 9\cdot10^9 \frac{\left(2\cdot10^{-6}\right)}{\sqrt{3}^2}$$

E_2 = 6000 N/C

Con la regla del paralelogramo determinamos el lado resultante.



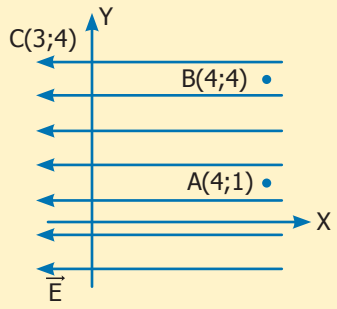
Reemplazando:

$$E_R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\,\text{Cos}\,\theta}$$

Respuesta: ER = 6000$\sqrt{3}$ N/C

Problema 2

Un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -300 N/C\,\hat{i}$ apunta en la dirección de las x negativas como se muestra en la figura. Las coordenadas x e y de los puntos A, B y C se indican en el diagrama (en metros). Determine las diferencias de potencial (a) V_{BA}, (b) V_{CB}, y (c) V_{CA}.



NIVEL INTERMEDIO

A) 0V; 2100V; 2100V
B) 2V; 1200V; 2100V
C) 0V; 2100V; 1200V
D) 2V; 2100V; 2400V
E) 0V; 1200V; 1200V

Resolución:

Para la diferencia de potencia V_{xy} dentro de un campo eléctrico tenemos la ecuación: $V_{xy} = Ed$, siendo E el vector campo eléctrico y d el desplazamiento dentro del campo en la dirección del campo. Así tenemos:

$V_{BA} = (-300\ N/C\ i)((4; 4)-(4; 1))$

$V_{BA} = (-300\ N/C\ i)(3\ j) = 0$

$V_{CB} = (-300N/C\ i)\ ((-3; 4) - (4; 4))$

$V_{CB} = (-300N/C\ i)\ (-7\ i) = 2100\ V$

$V_{CA} = (-300N/C\ i)((-3; 4) - (4; 1))$

$V_{CA} = (-300N/C\ i)\ (-7\ i + 3j) = 2100\ V$

Respuesta: OV; 2100V; 2100V

Problema 3

Un electrón parte del reposo a 72,5 cm de una carga puntual fija.

$$Q = -0{,}215\ \mu C$$

¿A qué rapidez se moverá el electrón cuando se encuentre a 125 cm de distancia?

NIVEL INTERMEDIO

A) $1{,}99\times10^{5}$ m/s
B) $1{,}99\times10^{7}$ m/s
C) $1{,}99\times10^{3}$ m/s
D) $1{,}99\times10^{2}$ m/s
E) $1{,}99\times10^{1}$ m/s

Resolución:

Para un electrón moviéndose a causa del campo eléctrico se tiene:

$$W_{A\rightarrow B} = (U_A - U_B)$$

donde $U_A - U_B$ es el cambio de energía potencia y W_{A-B} es el trabajo neto sobre la carga.

Ahora, recordemos que el trabajo neto también es:

$$W_{neto} = \Delta Ec = Ec_{final} - Ec_{inicial}$$

Entonces:

$$U_A - U_B = Ec_{final} - Ec_{inicial}$$

además $Ec_{inicial} = 0$,

reemplazando los datos:

$$\frac{9\cdot10^{9}(-1{,}6\cdot10^{-19})(-0{,}215\cdot10^{-6})}{72{,}5\cdot10^{-2}} -$$

$$\frac{9\cdot10^{9}(-1{,}6\cdot10^{-19})(-0{,}215\cdot10^{-6})}{125\cdot10^{-2}}$$

$$= \frac{9{,}1\cdot10^{-31}V^2}{2}$$

Resolviendo: $V = 1{,}99\times10^{7}$ m/s

***Respuesta:* $\mathbf{1{,}99\times10^{7}}$ m/s**

ELECTRODINÁMICA I

DESARROLLO DEL TEMA

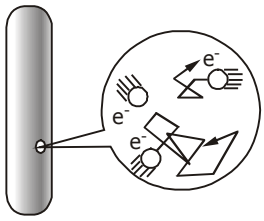
I. CORRIENTE ELÉCTRICA

La mayor parte de las aplicaciones prácticas de la electricidad, implica el uso de la corriente eléctrica, cuando en un local inesperadamente se apagan los focos, el ventilador, etc., suelen decirse que en los conductores "desapareció" la corriente eléctrica.

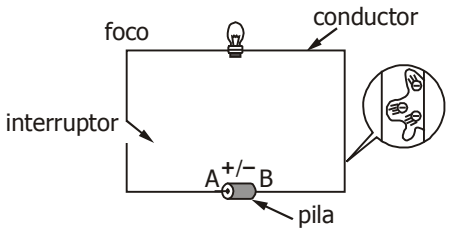
¿Qué es la corriente eléctrica?

La palabra "corriente" significa movimiento, desplazamiento o circulación de algo. ¿Qué es lo que se puede desplazar o circular en los conductores eléctricos?

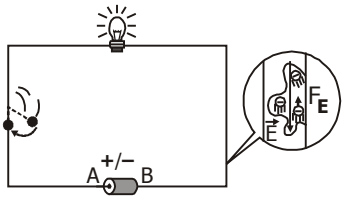
Consideremos el siguiente sistema eléctrico:



Cada electrón libre tiene asociado un campo eléctrico microscópico; pero, todo el conjunto provoca una anulación de la intensidad de campo debido a sus movimientos caóticos; en consecuencia, exteriormente no se manifiesta considerablemente el campo eléctrico



- **Conductor:** Sustancia que se caracteriza por tener un gran número de electrones libres.
- **Pila (fuente de voltaje):** Es un dispositivo eléctrico que se establece mediante reacciones químicas, una diferencia de potencial entre sus extremos.
- Al cerrar el interruptor, el foco ilumina (emite luz), por lo tanto, se ha establecido la corriente eléctrica.



Al cerrar el interruptor se establece en todo el conductor un campo eléctrico que se orienta del lado de mayor potencial (A) hacia el lado de menor potencial (B).

El campo eléctrico "arrastra" a los electrones libres (portadores de carga eléctrica) del lado de menor hacia el lado de mayor potencial, estableciéndose un movimiento orientado de portadores de carga eléctrica, a esto se le denomina corriente eléctrica.

A. Acciones de la corriente

El movimiento orientado de los portadores de carga de un conductor no puede ser observado. Pero la existencia de la corriente eléctrica se puede juzgar por las acciones o fenómenos de que va acompañada.

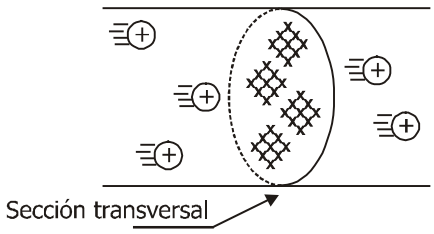
Primero, un conductor por el cual pasa corriente se calienta.

Segundo, en las soluciones de electrolitos, los separa en sus componentes químicos.

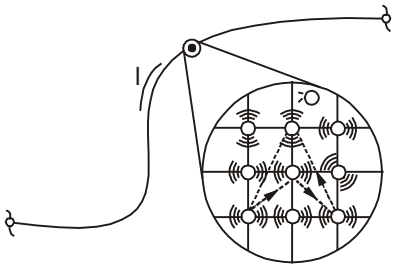
Tercero, la corriente ejerce acción magnética, una aguja magnética colocada cerca de un conductor con corriente se desvía.

¿Qué indica: I = 2 A?

Indica qué: por la sección transversal del conductor pasa una cantidad de carga de 2 C en cada segundo.



¿Los portadores de carga se desplazan con facilidad por el conductor?
Consideremos parte de un conductor metálico con corriente eléctrica.



B. Sentido de la corriente eléctrica

Por convención, la corriente eléctrica queda definida por portadores de carga electrizados en forma positiva denominándose a dicha corriente, corriente convencional.

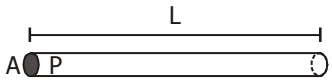
¿Se puede medir la corriente eléctrica?
Los efectos de la corriente eléctrica pueden manifestarse en diferentes grados, los experimentos muestran que la intensidad (grado de efecto) de la corriente depende de la cantidad de carga que pasa por el circuito, entonces la cantidad de carga transportada en la unidad de tiempo sirve de característica cuantitativa fundamental de la corriente y recibe el nombre de Intensidad de corriente.
Si a través de la sección transversal de un conductor pasa, en el tiempo una cantidad de carga "q", la intensidad de corriente será:

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

Unidad: Amperio (A)

$$1A = \frac{1C}{s}$$

¿Qué es la resistencia eléctrica (R)?
Esta magnitud expresa el grado de oposición que ofrece todo cuerpo a la corriente eléctrica.
Todos sabemos de los beneficios de la corriente eléctrica y pugnamos por aprovecharla en grandes cantidades; sin embargo, la naturaleza compleja de la materia nos impone muchas dificultades, tales como el movimiento caótico de los electrones libres en los metales que chocan constantemente con los iones un tanto estables en la red cristalina incrementándose así la agitación térmica y evitando un flujo notable; en otros casos las trayectorias de los portadores son desviadas por la presencia de impurezas o vacíos; en suma, todos estos factores conllevan a la atribución de una característica fundamental para cada material y la denominaremos Resistividad eléctrica (ρ).
El hombre no se resigna ante estos aspectos adversos y actualmente podemos comentar la utilización de materiales superconductores, tales como: Al, Hg, Zn, Pt, donde a temperaturas muy bajas, las pérdidas de energía en forma de calor son despreciables, debido a la mínima agitación de iones que reduce la cantidad de choques con los electrones.
Fue Poulliet, un físico francés que decidió plantear el cálculo de la resistencia eléctrica (R) para los metales sólidos.



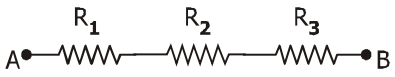
Experimentalmente se verifica:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R: En ohms (Ω) "R" DP "L"
L: Longitud del conductor (m) "R" DP "A"
A: Sección recta o espesor uniforme (m^2)
ρ: Resistividad eléctrica (Ω.m)

Asociación de resistencias

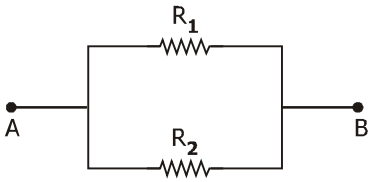
I. En serie:



$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$$

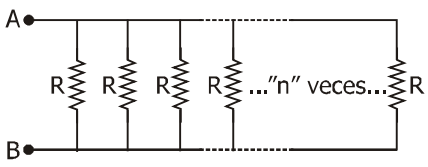
R_{AB}: resistencia equivalente

II. En paralelo:



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

* **Caso especial:**



$$R_{AB} = \frac{R}{n}$$

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Un campo eléctrico uniforme apunta en la dirección de las x negativas como se muestra en la figura. Las coordenadas x e y de los puntos A, B y C se indican en el diagrama (en metros). Determina las diferencias de potencial (a) V_{BA}, (b) V_{CB}, y (c) V_{CA}.

A) 0 V; 2 100 V; 2 100 V

B) 2 V; 1 200 V; 2 100 V

C) 0 V; 2 100 V; 1 200 V

D) 2 V; 2 100 V; 2 400 V

E) 0 V; 1 200 V; 1 200 V

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

Para la diferencia de potencia V_{xy} dentro de un campo eléctrico tenemos la ecuación: $V_{xy} = Ed$, siendo E el vector campo eléctrico y d el desplazamiento dentro del campo en la dirección del campo. Así tenemos:

$V_{BA} = (-300\ N/C\ i)((4; 4) - (4; 1))$

$V_{BA} = (-300\ N/C\ i)(3\ j) = 0$

$V_{CB} = (-300\ N/C\ i)\ ((-3; 4) - (4; 4))$

$V_{CB} = (-300\ N/C\ i)\ (-7\ i) = 2\ 100\ V$

$V_{CA} = (-300\ N/C\ i)((-3; 4) - (4; 1))$

$V_{CA} = (-300\ N/C\ i)\ (-7\ i + 3\ j) = 2\ 100\ V$

Respuesta: A) 0 V; 2 100 V; 2 100 V

Problema 2

Un electrón parte del reposo a 72,5 cm de una carga puntual fija

$Q = -0{,}215\ \mu C$.

¿A qué rapidez se moverá el electrón cuando se encuentre a 125 cm de distancia?

A) $1{,}99 \times 105$ m/s

B) $1{,}99 \times 10^{7}$ m/s

C) $1{,}99 \times 10^{3}$ m/s

D) $1{,}99 \times 10^{2}$ m/s

E) $1{,}99 \times 10^{1}$ m/s

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

Para un electrón moviéndose a causa del campo eléctrico se tiene:

$W_{A \to B} = U_A - U_B$ donde $U_A - U_B$ es el cambio de energía potencia y W_{A-B} es el trabajo neto sobre la carga.

Ahora, recordemos que el trabajo neto también es:

$W_{neto} = \Delta Ec = Ec_{final} - Ec_{inicial}$.

Entonces:

$U_A - U_B = Ec_{final} - Ec_{inicial}$, además

$Ec_{inicial} = 0$, reemplazando los datos:

$$\frac{9\cdot10^{9}(-1{,}6\cdot10^{-19})(-0{,}215\cdot10^{-6})}{72{,}5\cdot10^{-2}} -$$

$$\frac{9\cdot10^{9}(-1{,}6\cdot10^{-19})(-0{,}215\cdot10^{-6})}{125\cdot10^{-2}}$$

$$= \frac{9{,}1\cdot10^{-31}V^2}{2}$$

Resolviendo: $V = 1{,}99 \times 10^{7}$ m/s

Respuesta: B) 1,99 × 107 m/s

Problema 3

A través de la sección transversal de un conductor pasan electrones en 3 ms. ¿Cuál es la corriente que circula para dicho conductor?

A) 1,2 mA

B) 1,4 mA

C) 1,3 mA

D) 1,1 mA

E) 1,6 mA

NIVEL INTERMEDIO

Resolución:

electrones = 3×10^{10};

$q_e = -1{,}6 \times 10^{-19}$ C;

t = 3 ms;

I = ?

Reemplaza y resuelve:

Se calcula la cantidad de carga total:

$$Q = \left(\#e^{-}\right).\left(q_e\right)$$

$$= \left(3\times10^{10}\right).\left(-1{,}6\times10^{-19}\ C\right)$$

$$= -4{,}8\times10^{-9}\ C$$

Entonces:

$$I_P = \frac{|Q|}{t} = \frac{4{,}8\times10^{-9}C}{3\times10^{-3}s} = 1{,}6\ mA$$

La corriente que circula por el conductor es de 1,6 mA.

Respuesta: E) 1,6 mA

ELECTRODINÁMICA: CIRCUITOS ELÉCTRICOS - INSTRUMENTOS ELÉCTRICOS

DESARROLLO DEL TEMA

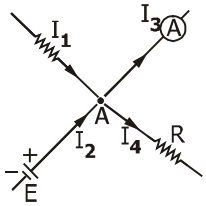
CIRCUITOS

I. DEFINICIÓN

Las leyes de Kirchhoff se aplican a circuitos más complejos en donde la Ley de OHM no podría aplicarse.

II. PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF

Llamada también Ley de Nodos o Corrientes, se basa en la *Ley de conservación de la cantidad de carga eléctrica, y* establece que "En todo nodo o nudo la suma de corrientes que llegan es igual a la suma de corrientes que salen". (Cuando decimos corriente, nos referimos a sus intensidades).



En el nodo "A" se debe cumplir la Primera Ley de Kirchhoff.

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

En general:

$$\sum I_{entran(nodo)} = \sum I_{salen\,(nodo)}$$

III. SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF

Llamada también Ley de Mallas, se basa en la *Ley de la Conservación de la Energía*, y establece que: Cuando un portador de carga eléctrica realiza un recorrido cerrado (el portador de carga empieza y termina en el mismo punto). Debe ganar tanta energía como la que pierde. Por ello "La suma de los voltajes en un recorrido cerrado (o malla eléctrica) es igual a cero".

En cualquier circuito; la suma algebraica de las fem debe ser igual a la suma algebraica de las caídas de potencial (IR) de cada resistencia del circuito.

Matemáticamente $\sum \text{voltajes} = 0 \Rightarrow \sum \varepsilon = \sum (IR)$

A. Leyes de Kirchhoff en un circuito de una malla

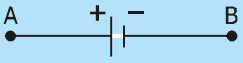
Para instalaciones que tienen solamente una malla, la segunda ley de Kirchhoff es:

$$\sum \varepsilon = \sum IR$$

Como solamente hay un circuito, la corriente que circula por cada resistencia es la misma, factorizando esta corriente tendremos:

$$\sum V = I \sum R$$

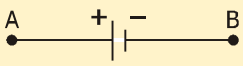
Nota:
Al aplicar las reglas de los circuitos eléctricos, debemos tener presente que:
En un resistor:



$V_A > V_B$

- $V_{AB} = +\varepsilon$
- $V_{BA} = -\varepsilon$

Nota:
En una fuente:



$V_A > V_B$

- $V_{AB} = +\varepsilon$
- $V_{BA} = -\varepsilon$

Cuando en un circuito eléctrico no es posible determinar "por simple análisis". El sentido de la corriente eléctrica, se recomienda asumir un sentido, no tenga temor en equivocarse en la asignación del sentido de la corriente eléctrica, puesto que en su resultado solamente le saldrá un signo negativo, que le indicaría que el sentido de la corriente es contrario al asumido, pero su valor es correcto.

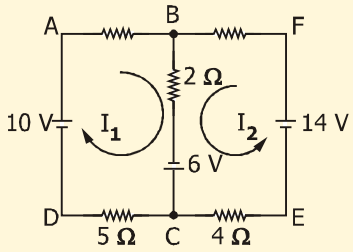
Nota:

Las leyes de Kirchhoff en un circuito de dos mallas

Juntando las dos leyes de Kirchhoff, cuando en el circuito hay dos mallas, se obtiene la siguiente ecuación:

$$\Sigma V = I_P \Sigma R \pm I_S R_C$$

Esta ecuación deberá emplearse en cada malla pequeña; ejemplo:



En cada malla:

ΣV : Suma algebraica de voltajes
I_P : Corriente principal
ΣR : Suma de resistencia en la malla
I_S : Corriente eléctrica
R_C : Resistencia común a ambas mallas
$\pm$: El signo (+) se emplea en el lado común cuando las corrientes pasan por el mismo sentido, el signo (−) cuando pasen en sentido contrario.

Para el circuito anterior se cumple:

Malla ABCDA	Malla BCEFB
$\Sigma V = 10\,V - 6\,V = 4\,V$ $Ip = I$ $\Sigma R = 3\,\Omega + 2\,\Omega + 5\,\Omega = 10\,\Omega$ $Is = I_2$ $R_c = 2\,\Omega$	$\Sigma V = 14\,V - 6\,V = 8V$ $Ip = I_2$ $\Sigma R = 1\,\Omega + 2\,\Omega + 4\,\Omega = 7\,\Omega$ $Is = I_2$ $R_c = 2\,\Omega$

B. Energía disipada en un resistor (Efecto Juole)

Si se utiliza una bateria para establecer corriente eléctrica, en un conductor, hay una transformación contínua de energía química almacenada en la batería en energía cinética de los portadores de carga. Si en el conductor no se producen acciones químicas, sólo tiene lugar el calentamiento del conductor. El conductor caliente cede energía calorífica al medio exterior. Cuando una carga eléctrica cruza una resistencia, realiza trabajo y pierde energía, esta pérdida de energía se va al medio ambiente en forma de calor.

El trabajo de carga o energía disipa al medio ambiente en forma de calor, multiplicando el voltaje por la carga en tránsito.

$$W = Vq \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Recordemos que $I = \frac{q}{t} \rightarrow q = It$

Reemplazando en (1)

$$\boxed{W = VIt}$$

C. Potencia disipada en una resistencia

Es la rapidez con la cual la energía en una resistencia en forma de calor.

Matemáticamente: $\boxed{P = \frac{W}{t}}$

Así como la energía disipada (W) se puede escribir de tres modos diferentes.

Así:

$$P = \frac{VIt}{t} = \frac{I^2Rt}{t} = \frac{\frac{V^2}{R}t}{t}$$

$$\boxed{P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}}$$

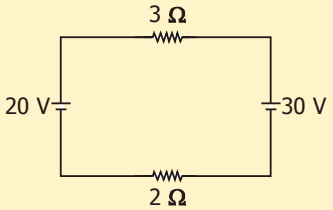
Unidades:

V : Volt
I : Ampere (A)
R : OHM (Ω)
t : segundo (S)
W : Joule (J)
P : Watt (W)

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Calcula la corriente que circula por el siguiente circuito.



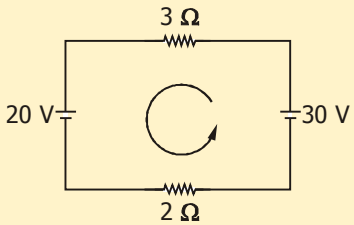
UNMSM 2005 – I

NIVEL FÁCIL

A) 8 A = I
B) 9 A = I
C) 2 A = I
D) 6 A = I
E) 4 A = I

Resolución:

Observe que prevalece el sentido de la corriente de la fuente de mayor voltaje. (30 V > 20 V).



En la Ley de Kirchhoff

$$\Sigma V = I \Sigma R$$

$(30\ V - 20\ V) = I(3\ \Omega + 2\ \Omega)$

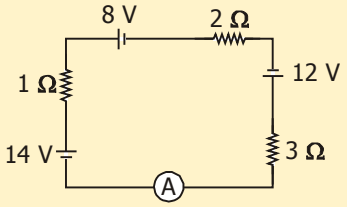
$10\ V = I5\ \Omega$

$2\ A = I$

Respuesta: 2 A = I

Problema 2

En el circuito determina la lectura del amperímetro ideal.



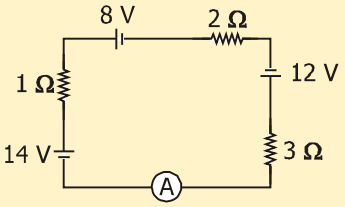
UNMSM 2005 – II

NIVEL INTERMEDIO

A) I = 5 A B) I = 4 A
C) I = 8 A D) I = 3 A
E) I = 9 A

Resolución:

El sentido de la corriente es horaria.
Porque 12 V + 14 V > 8 V



En la Ley de Kirchhoff

$$\Sigma V = I\Sigma R$$

$$\Sigma V = I\Sigma\ R$$

$$(12\ V + 14\ V - 8\ V) = I(3\ \Omega + 1\ \Omega + 2\ \Omega)$$

$$\boxed{I = 3A}$$

Esta corriente es leída por el amperímetro.

Respuesta: I = 3 A

Problema 3

Usando la ecuación anterior, calcule la inducción magnética para un cable rectilíneo infinito.

NIVEL INTERMEDIO

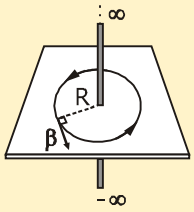
A) $\beta.\frac{\mu.I}{5\pi R}$ B) $\beta.\frac{\mu.I}{8\pi R}$

C) $\beta.\frac{\mu.I}{2\pi R}$ D) $\beta.\frac{\mu.I}{12\pi R}$

E) $\beta.\frac{\mu.I}{22\pi R}$

Resolución:

En un cable infinito, tanto se extiende sus extremos que:



$\theta = \alpha = 0'$

* Reemplazar en la Ley de Biot-Savart

$$\beta = \frac{\mu oI}{4\pi R}[Cos0 + Cos0]$$

Respuesta: $\beta.\frac{\mu.I}{2\pi R}$

CAMPO MAGNÉTICO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA - CONDUCTOR INFINITO Y CIRCULAR

DESARROLLO DEL TEMA

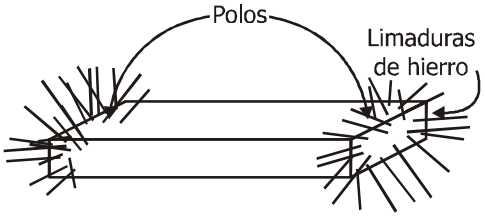
ELECTROMAGNETISMO I

I. MAGNETISMO

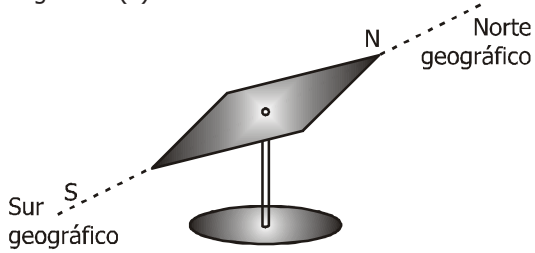
Muchos de los fenómenos magnéticos son familiares, probablemente muchos de nosotros hemos jugado con imanes pequeños, por ejemplo en los tableros de ajedréz. Las puertas de un refrigerador pueden tener cierre magnético.

Los cuerpos que en forma natural manifiestan esta propiedad se les denomina imanes naturales y aquellos que la han adquirido por un tratamiento especial: imanes artificiales. Los imanes artificiales se preparan generalmente con alguna aleación en base a hierro y pueden tener formas muy variadas.

A las regiones donde aparentemente se concentra la propiedad magnética del imán, se les llaman comúnmente polos magnéticos.

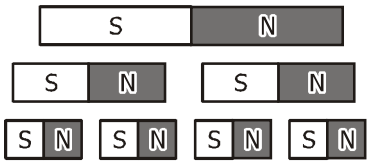


Cuando suspendemos de su punto medio a una aguja magnética notamos que esta se orienta según una línea próxima a uno de los polos norte y sur geográfico, por ello estos polos del imán se les denomina Norte (N) y Sur magnético (S).

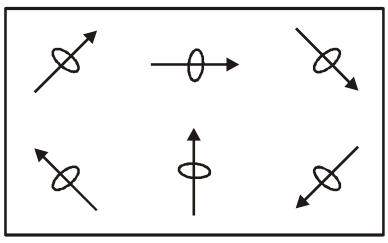


Si los polos magnéticos de un imán de barra se encuentran próximos a los extremos cabe pensar que si los dividimos por su punto medio obtendríamos dos polos: Norte y Sur, aislados. Pero esto, experimentalmente no se comprueba, porque al dividir el imán encontramos dos pequeños imanes cada una con sus dos polos, esto muestra la "inseparabilidad de los polos magnéticos" al fraccionar el imán.

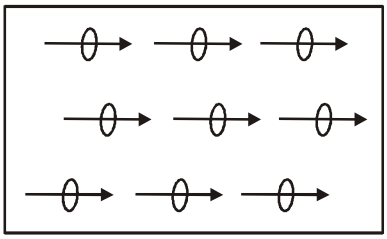
Coulomb explicó este resultado admitiendo que el magnetismo de los cuerpos se encuentra en las moléculas del imán.



El magnetismo de los cuerpos se le atribuye al movimiento orbital del electrón alrededor del núcleo y su rotación respecto de su propio eje. Esto hace que los átomos y moléculas se comporten como imágenes microscópicas. En unos cuerpos las propiedades magnéticas de los átomos (dipolos magnéticos) dan una resultante nula y en otros puede darse una resultante. Por lo tanto las propiedades magnéticas del cuerpo dependen del momento magnético resultante de sus átomos y moléculas.

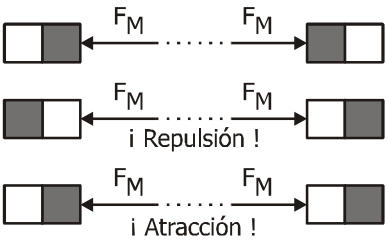


Los imanes elementales al orientarse al azar anulan sus efectos magnéticos, es por ello que el magnetismo externo es prácticamente nulo.

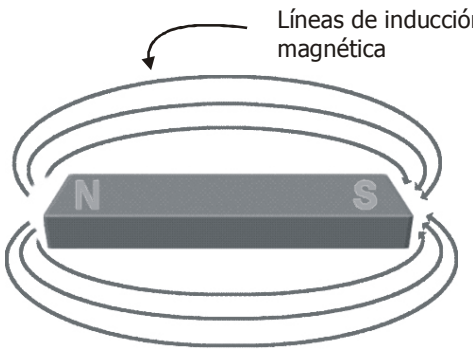


Los imanes elementales al alinearse (orientando de un polo en una misma dirección) se refuerzan, intensificando así sus efectos magnéticos es por ello que el magnetismo se manifiesta externamente.

Experimentos realizados demuestran que polos magnéticos iguales (2 polos norte o 2 polos sur) se repelen y polos magnéticos diferentes (un polo norte y un polo sur) se atraen. En 1750 John Michell empleó una balanza de torsión para demostrar que los polos magnéticos se ejercen fuerzas atractivas o repulsivas entre sí, y que estas fuerzas varían con el inverso del cuadrado de la distancia que los separa similar a la fuerza eléctrica).



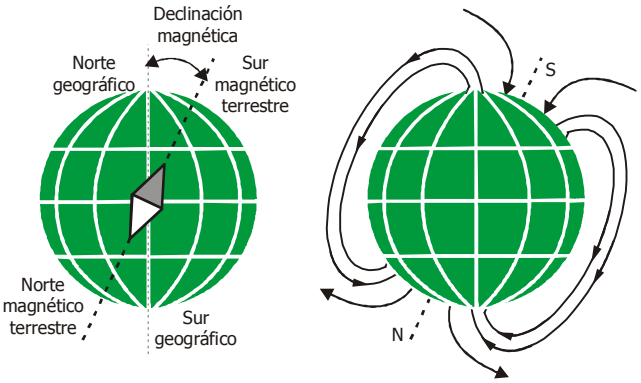
Las interacciones entre los imanes se produce aún cuando están separados cierta distancia; esto comprueba que todo imán tiene asociado en sus alrededores un campo denominado "campo magnético". El campo magnético es una forma especial de la materia, mediante el cual se efectúan las interacciones entre partículas con carga eléctrica en movimiento. Fue Michael Faraday quien ideó una forma de representar el campo magnético, esto a través de líneas imaginarias llamadas "líneas de inducción del campo magnético" las cuales se caracterizan por ser cerradas y orientadas desde el polo norte hacia el polo sur magnético del imán.



Líneas de inducción del campo magnético asociado a un imán.

II. CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE

Se ha observado que una aguja magnetizada puesta en libertad, trata siempre de orientarse aproximadamente en la dirección Norte-Sur geográfico, sin importar en que lugar nos encontramos sobre la superficie terrestre. Esto se debe a que la Tierra obliga a la aguja a orientarse de esa manera, es decir la Tierra se comporta como un "gigantesco imán" y como el Norte y el Sur se atraen entonces aquel lugar donde apunta el Norte Magnético de la aguja será el polo Sur Magnético de la Tierra y viceversa. También hay que tener presente que exactamente la aguja no se orienta en la dirección Norte-Sur geográfico, sino con desviación a la cual se denomina "declinación magnética".

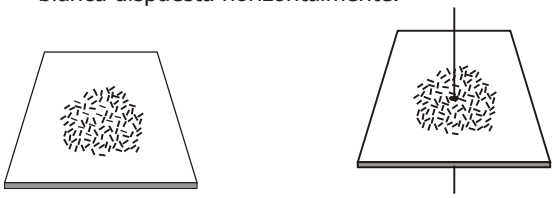


Representación del campo magnético terrestre

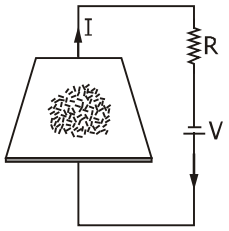
III. CAMPO MAGNÉTICO

A. Efecto Oersted

"No solamente los imanes producen magnetismo".
Si una corriente pasa a lo largo de un alambre, en torno a éste se produce un campo magnético. Incrementando la corriente se incrementará también la fuerza del campo magnético.
Una sencilla experiencia se lleva a cabo para detectar el campo magnético alrededor de un alambre conductor.
Espolvemos limaduras de hierro sobre una carta blanca dispuesta horizontalmente.



Ahora atravesamos perpendicularmente la carta con un alambre conductor de cobre.
Protegiendo la conexión con una resistencia R (foquito). Conectamos el alambre conductor a una batería de corriente continúa de manera que por el cable fluya una corriente no menor que 20 A.
Observemos que las limaduras del hierro formarán circunferencias alrededor del alambre.



Luego el efecto Oersted establece que:

"Toda corriente que pasa, pasa a través de un conductor, crea a su alrededor un campo magnético, el cual se representa mediante líneas de inducción circulares por cuyo centro pasa perpendicularmente el conductor".

B. Regla de la mano derecha

También llamada; Regla tornillo de Naxwell, se emplea para determinar la dirección de las líneas de inducción del campo magnético que se forma alrededor de un alambre conductor.

Regla

Coloque el pulgar de la mano derecha sobre la corriente, los demás dedos representan el sentido de las líneas de inducción.

C. Vector inducción magnéticas (b)

Para revelar la existencia de un campo magnético colocamos una brújula en el recinto, la desviación de su aguja mostrará inmediatamente la presencia de un campo magnético.

El vector inducción magnética o campo magnético (β) es tangente a la línea de inducción y tiene su mismo sentido.

D. Cálculo de la inducción magnética

Se puede comprobar que el módulo del vector inducción (b) depende de:

Medio que circunda al conductor

El campo magnético que produce la corriente de un cable depende del medio que rodea a este cable.

Generalmente el medio que circunde al cable el aire o vacío para el cual se considera una permeabilidad magnética (μ_0) cuyo valor es:

$$\mu_o = 4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A}$$

T : tesla
A : ampere
m : metro

E. Intensidad de la corriente (I)

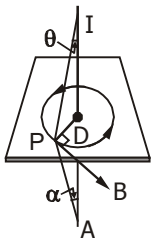
Se ha observado que a mayores intensidades de corriente que transporta el cable, el campo magnético alrededor del cable será mayor y viceversa.

F. Distancia al conductor (D)

El campo magnético que produce un cable conductor mengua con la distancia al conductor, aumentando la distancia disminuirá la intensidad del campo magnético.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y usando el calculo integral (no veremos esto aquí). Se establece una ley que permite calcular la inducción magnética. Cerca de un conductor finito, esta ley se llama: *Ley de Biot-Savart-La Place.*

Para un cable rectilíneo finito AB esta Ley será:



$$B_p = \frac{\mu I}{4\pi D}[Cos\theta+Cos\theta]$$

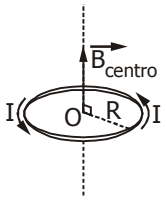
μ_0	I	D	β
$4\pi\times10^{-7}\frac{T.m}{A}$	A	m	T

Nota:

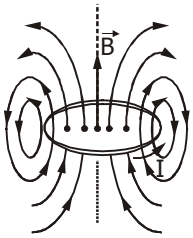
Si el conductor rectilíneo es infinito:

$$B_p = \frac{\mu_o I}{2\pi D} \Rightarrow B_p = 2.10^{-7}\frac{I}{D}$$

G. Espira circular



$$B_{centro} = \frac{\mu_o I}{2R}$$



$$\Rightarrow B_{centro} = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}$$

Campo magnético asociado a una espira circular.

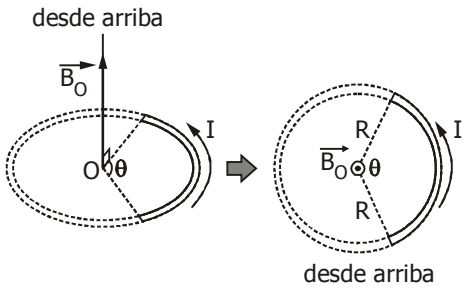
Para el caso de "N" espiras concéntricas de igual radio que transportan una corriente I, tendríamos:

$$B_{centro} = \frac{N\mu_o I}{2R}$$

¡El campo magnético se intensifica!

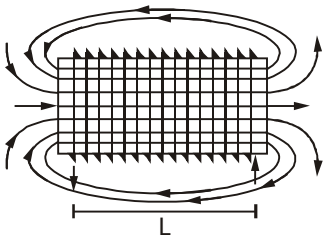
Esto último es bastante utilizado en diversos dispositivos electromagnéticos intensos: motores eléctricos, transformadores y electroimanes, por citar algunos ejemplos y pueden tener diversas formas:

1. Para un arco de conductor circular



$$B_o = \frac{\mu_o I \theta}{4\pi R}$$

2. Para un solenoide



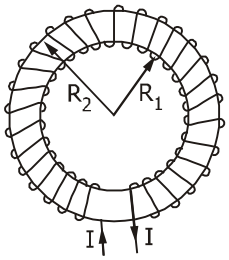
$$B_{centro} = \mu o \frac{NI}{L}$$

Observación:

Para un extremo del solenoide

$$B_{extremo} = \frac{B_{centro}}{2}$$

3. Para un toroide



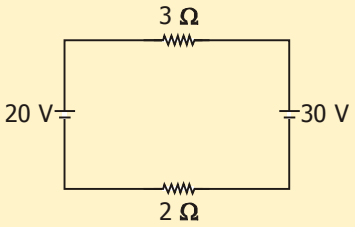
$$R = \frac{\mu_o NI}{L_m} \qquad L_m = 2\pi R_m \qquad R_m = \frac{R_2 + R_2}{2}$$

"μ" es la permeabilidad magnética relativa del núcleo. Para estos casos se ha utilizado un núcleo de un material ferromagnético para darle consistencia al elemento y lo más importante, hacer que el campo magnético que se establece sea mucho más intenso. Generalmente se utiliza hierro dulce por ser el que más fácilmente se magnetiza o adquiere propiedades magnéticas.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Calcula la corriente que circula por el siguiente circuito.



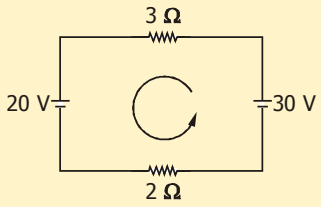
UNMSM 2005 – I

NIVEL FÁCIL

A) 8 A = I B) 9 A = I
C) 2 A = I D) 6 A = I
E) 4 A = I

Resolución:

Observe que prevalece el sentido de la corriente de la fuente de mayor voltaje. (30 V > 20 V).



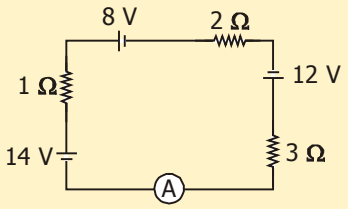
En la Ley de Kirchhoff

$$\Sigma V = I \Sigma R$$
$$(30\ V - 20\ V) = I(3\ \Omega + 2\ \Omega)$$
$$10\ V = I5\ \Omega$$
$$2\ A = I$$

Respuesta: 2 A = I

Problema 2

En el circuito determina la lectura del amperímetro ideal.



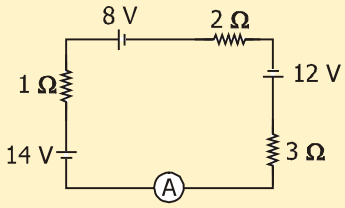
UNMSM 2005 – II

NIVEL INTERMEDIO

A) I = 5 A B) I = 4 A
C) I = 8 A D) I = 3 A
E) I = 9 A

Resolución:

El sentido de la corriente es horaria. Porque 12 V + 14 V > 8 V



En la Ley de Kirchhoff

$$\Sigma V = I \Sigma R$$
$$\Sigma V = I \Sigma R$$
$$(12\ V + 14\ V - 8\ V) = I(3\ \Omega + 1\ \Omega + 2\ \Omega)$$

$\boxed{I = 3A}$

Esta corriente es leída por el amperímetro.

Respuesta: I = 3 A

Problema 3

Usando la ecuación anterior, calcule la inducción magnética para un cable rectilíneo infinito.

NIVEL INTERMEDIO

A) $\beta . \frac{\mu . I}{5\pi R}$

B) $\beta . \frac{\mu . I}{8\pi R}$

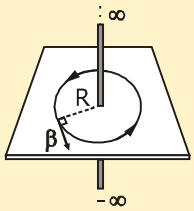
C) $\beta . \frac{\mu . I}{2\pi R}$

D) $\beta . \frac{\mu . I}{12\pi R}$

E) $\beta . \frac{\mu . I}{22\pi R}$

Resolución:

En un cable infinito, tanto se extiende sus extremos que:



$\theta = \alpha = 0'$

* Reemplazar en la Ley de Biot-Savart

$$\beta = \frac{\mu o I}{4\pi R} [Cos0 + Cos0]$$

Respuesta: $\beta . \frac{\mu . I}{2\pi R}$

ELECTROMAGNETISMO: FUERZA MAGNÉTICA - INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA - TRANSFORMADORES

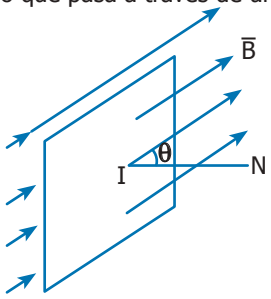
DESARROLLO DEL TEMA

I. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Asi como la corriente produce un campo magnético, este también puede producir corriente eléctrica.

A. Flujo magnético (ϕ)

El flujo magnético viene a ser la cantidad de magnetismo que pasa a través de una superficie.



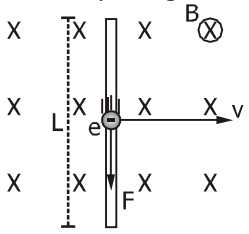
N: normal o perpendicular a la superficie.
Matemáticamente el flujo magnético se define.

$$\phi = BACos\theta$$

B	A	ϕ
Tesla (T)	m^2	(Wb) Weber

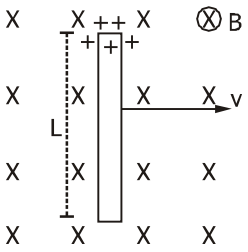
B. Fuerza electromotriz inducida (ε) en una barra

En el diagrama se muestra una barra conductora de longitud L moviendose con velocidad V en forma perpendicular a un campo magnético B entrante.



Usando la regla de la mano derecha determinamos que la fuerza magnética (F) sobre los electrones (q) es hacia abajo.

$$\varepsilon = qvB \quad ...(1)$$



La fuerza magnética (F) trasladará los electrones hacia el extremo inferior de la barra formándose en este lugar un polo negativo, mientras que en otro extremo quedaron las cargas positivas.
Las cargas en los extremos de la barra representan una diferencia de potencial, o sea un polo positivo (+) y el otro negativo (–).
Una barra conductora, que se mueve en el interior de un campo magnético, crea entre sus extremos una diferencia de potencial a la cual llamamos; fuerza electromotriz inducida (ε).

Partiendo de la fuerza de Lorentz.

$$F = qvB$$

Multiplicando por L a cada miembro

$$F.L = qvBL$$

Recordando que fuerza por distancia (F.L) equivale al trabajo (W)

$$\therefore W = qv\beta L \qquad \frac{W}{q} = vBL$$

El trabajo por unidad de carga se denomina fuerza electromotriz inducida (ε).

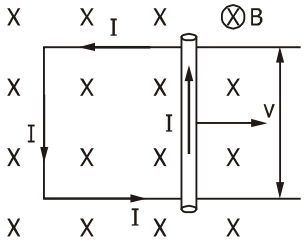
$$\varepsilon = vBL$$

Unidades: S.I

V	B	L	ε
m/s	tesla (T)	metro (m)	volt (V)

C. Corriente inducida I

Si una barra conductora se mueve dentro de un campo magnético, entre sus extremos se produce una diferencia de potencial a la cual llamamos fuerza electromotriz inducida. Deslizando sobre un alambre su forma de U circulará por este una corriente inducida.



La barra móvil cumple las mismas funciones que una batería.

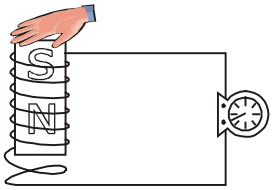
El voltaje a la fuerza electromotriz incluida en la barra se calcula con:

$$\varepsilon = vBL$$

Este voltaje incluído en la barra produce la corriente inducida I en el alambre U.

D. Fuerza electromotriz inducida en una espira

Faraday y Henry descubrieron que se podría generar corriente eléctrica en un alambre con el simple movimiento de meter y sacar un imán de una bobina. No se requería batería ni fuente de voltaje alguno, bastaba el movimiento del imán a través de la bobina.



La variación de flujo produce la corriente inducida.

Al meter y sacar el imán se produce una variación de flujo magnético a través de la bobina generándose en ésta, un voltaje o fuerza electromotríz inducida.
De esta experiencia, Faraday dedujo la siguiente ley; Ley de Faraday.
La fuerza electromotriz inducida es proporcional a la rapidez de variación de flujo magnético que pasa por las espiras.
Matemáticamente:

$$\varepsilon = \frac{-N\Delta\phi}{\Delta t}$$

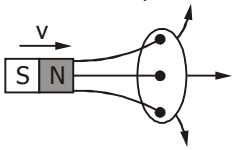
En donde:

- ε : fuerza electromotriz inducida, en volt (v)
- N : Número de espiras de la la bobina
- $\Delta\phi$: Variación de flujo, en Weber (ω)
- Δt : Tiempo que emplea la variación de flujo en segundos (S).

E. Variación de flujo magnético

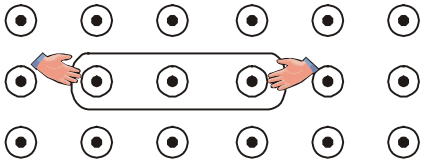
Con las experiencias de Faraday y Henry se comprueba que la corriente inducida aparece en una espira cuando a través de ella varía el flujo magnético. De tres maneras puede variar el flujo magnético a través de una espira.

Si acercamos o alejamos, de una espira uno de los polos de un imán, lograremos que varíe el flujo a través de esta espira.



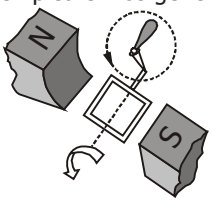
Acercando el imán varía el flujo.

Si estiramos una espira circular cambiaría su área y con esto cambiaría también el flujo produciéndose en la espira una corriente inducida.



Variando el área, varía el flujo

Si giramos la espira, en el interior de un campo magnético, se producirá una variación de flujos; y por la espira fluirá una corriente inducida. Este principio se emplea en los generadores eléctricos.



Girando la espira varía el flujo.

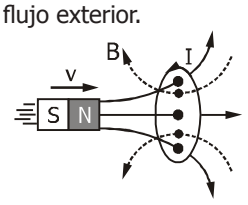
F. Ley de Lenz

Hallando el sentido de la corriente inducida.

Sabemos que si el flujo magnético a través de una espira es variable, en dicha espira se produce una corriente inducida; pero, ¿qué sentido tiene la corriente? La Ley de Lenz nos permite hallar este sentido:
En una espira el sentido de la corriente inducida es tal que su campo magnético se opone a las variaciones de flujo magnético exterior.

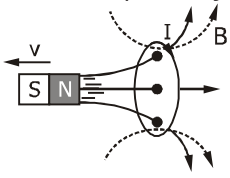
De esta ley se desprende dos situaciones:

- Si el flujo magnético exterior aumenta, el campo magnético (B) de la corriente inducida (I) se opone al flujo exterior.



B se opone al flujo magnético.

- Si el flujo magnético exterior disminuye, el campo magnético (B) de la corriente inducida (I) tiene igual sentido que el flujo exterior.

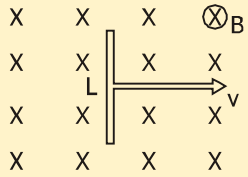


B favorece el flujo del imán.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

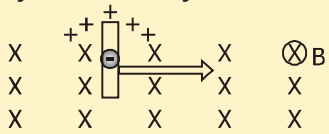
Una barra conductora de 0,5 m de longitud se mueve hacia la derecha con una rapidez de 20 m/s. En presencia de un campo magnético entrante uniforme B = 0,2 T. ¿Qué fuerza electromotriz se induce en sus extremos?



A) 6 V B) 5 V C) 3 V
D) 1 V E) 2 V

Resolución:

Usando la palma de la mano derecha se observa que los electrones son empujados hacia abajo.



$E_{ind} = LVB$

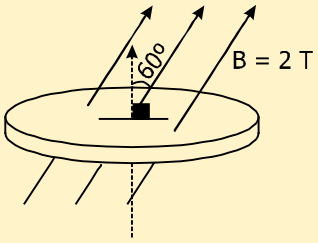
$E_{ind} = (0,5)(20)(0,2)$

$\therefore E_{ind} = 2V$

Respuesta: E) 2V

Problema 2

Determinar el flujo magnético en el anillo circular de radio 2 m.



A) 1 πwb B) 2 πwb C) 3 πwb
D) 4 πwb E) 5 πwb

Resolución:

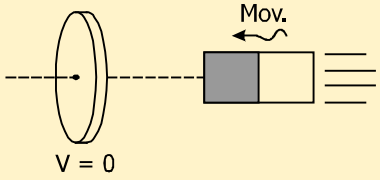
$\varnothing = BACos\theta$

$\varnothing = (2)(\pi.4)\left(\frac{1}{2}\right) = 4\pi$ wb

Respuesta: D) 4 πwb

Problema 3

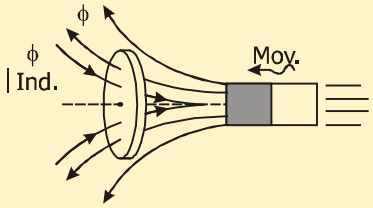
Hallar la dirección de la corriente inducida en la esfera circular:



A) horario
B) antihorario
C) nulo
D) constante
E) N.A.

Resolución:

Al acelerar el imán: las líneas salen ϕ del polo norte y atraviesan la espira.



Entonces está aumentando en flujo por Faraday hay un I_{ind}; el flujo inducido se opone al aumento de las líneas entonces por regla de mano derecha la I_{ind} tiene sentido horario.

Respuesta: A) horario

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS - FÍSICA MODERNA - TEORÍA CUÁNTICA - EFECTO FOTOELÉCTRICO - RAYOS X - RAYOS LASER

DESARROLLO DEL TEMA

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

I. VARIACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO

La ley de Faraday dice que la variación de un campo magnético induce una corriente eléctrica. pero una corriente eléctrica es un flujo de cargas eléctricas producido solamente por un campo eléctrico. Por tanto, la ley de Faraday se puede expresar como: Una variación del campo magnético produce un campo eléctrico. Este campo eléctrico se produce aunque no haya conductor ni materia, puede ser en el vacío; se produce en la región en donde ocurre la variación del campo magnético.

II. VARIACIÓN DEL CAMPO ELÉCTRICO

La simetría de la naturaleza es notable en muchos fenómenos; Maxwell lanzó la idea de que también la ley inversa podría existir; osea: Una variación del campo eléctrico produce un campo magnético.

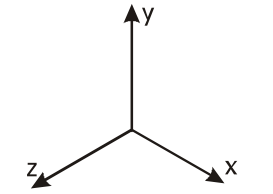
Esta segunda ley de inducción no es una sorpresa para nosotros y puede mostrarse de la siguiente manera. Se sabe que una carga produce un campo eléctrico a su alrededor, por ejemplo en un punto P. Si la carga está en movimiento, el campo eléctrico en P es variable y además la carga produce un campo magnetico en P.

Se puede interpretar este hecho diciendo qué cargas en movimiento, corrientes o variaciones del campo eléctrico producen un campo magnético.

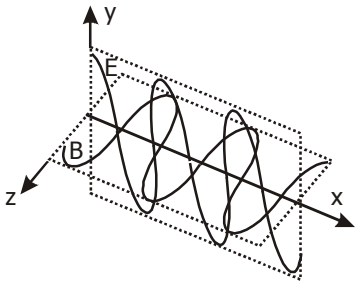
III. TEORÍA DE MAXWELL

El gran triunfo de Maxwell es haber puesto estas leyes en ecuaciones y unificar completamente la electricidad y el magnetismo.

Una de las consecuencias fundamentales de la teoría es deducir que si las cargas son aceleradas se producen campos eléctricos y magnéticos variables que se propagan en el espacio a la velocidad de la luz. Este campo electromagnético variable conjunto de los dos campos se denomina por analogía con las ondas luminosas, ondas electromagnéticas.



(Onda electromagnética)



La solución de onda plana, es una onda sinusoidal, para la cual las amplitudes de campo E y B varía con "x" y "t" (tiempo) de acuerdo con las expresiones

$E = E_o Cos(kx - wt)$

$B = B_o Cos(kx - wt)$

donde:

E_0 y B_0 → son los valores máximos de los campos

donde es la longitud de onda

- $w = 2\pi f$ → donde f es el número de ciclos por segundo.
- El ángulo $(kx - wt)$ → se conoce con el nombre de fase.

Se cumple: $\frac{E_o}{B_o} = C \Rightarrow E_o = CB_o$

IV. PROPIEDADES DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Un estudio experimental permite mostrar que las ondas electromagnéticas son idénticas a las ondas luminosas:

1. Se propagan en el vacío con la velocidad de la luz y dentro de un medio su velocidad es igual a la de la luz en ese medio.
2. Se reflejan y refractan con las mismas leyes de la luz. La reflexión de las ondas electromagnéticas se utiliza en el radar para dirigir y recibir haces de ondas por medio de espejos parabólicos.
3. Interfieren y se difractan exactamente como la luz.
4. Pueden producir ondas estacionarias.
   Si a cierta distancia de la fuente se pone una pantalla metálica, las ondas incidentes y reflejadas se suman y producen nodos y vientres de E y de B.
   Hertz en 1888 comprobó experimentalmente todas estas propiedades con gran exactitud. Los campos eléctricos y magnéticos se pueden evidenciar por sus efectos.

V. VELOCIDAD DE LA ONDA ELECTROMAGNÉTICA

El producto de la frecuencia de una onda por su longitud de onda es la velocidad de la onda electromagnética (V_{OEM})

$$V_{OEM} = \gamma f = \frac{\gamma}{T}$$

En general la velocidad de las ondas electromagnéticas dependen del medio en el cual se propagan. Naturalmente en el vacío toma su máximo valor J.C. Maxwell demostró que las ondas electromagnéticas en el vacío se propagana con la velocidad de la luz (C).

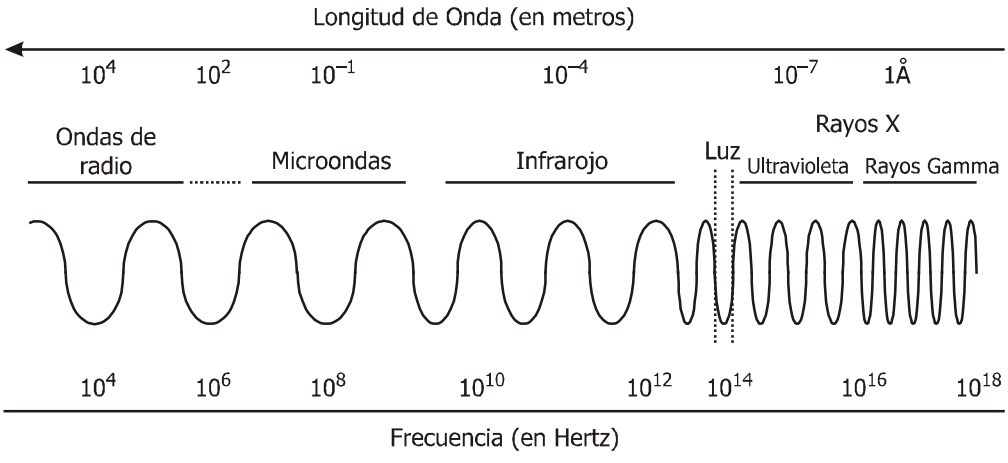
$$V_{CEM} = C = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \varepsilon_o}} = 3 \cdot 10^8 m/s$$

$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$ wb / A $\rightarrow$ Permeabilidad magnética en el vacío
$\varepsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-12}\ C^2 / Nm^2 \rightarrow$ Permeabilidad eléctrica en el vacío

VI. ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Las ondas electromagnéticas cubren un rango de frecuencia o de longitudes de onda muy grande. Usualmente se les clasifica de acuerdo con la naturaleza de la fuente que los productos y de su efecto más importante al interaccionar con la materia. Esta clasificación no tiene límites bien definidos.

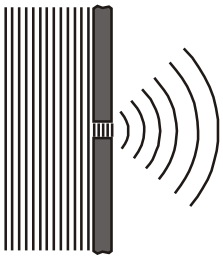
Denominación	Rango de longitudes de ondas	Origen o fuentes
Radio frecuencia	..... - 30 cm → 10 km	Circuitos oscilantes
Microondas	..... - 1 mm → 30 cm	Dispositivos electrónicos
Infrarrojos	..... - 7 800 Å → 1 mm	Átomos excitados térmicamente
Luz visible	..... - 4 000 Å → 7 800 Å	Exitaciones electrónicas
Ultravioleta	..... - 6 Å → 4 000 Å	Átomos y moléculas excitados
Rayos X	..... - 0,06 Å → 10 Å	Exitación de electrones internos o desaceleración brusca de electrones
Rayos γ	..... - 10^{-1} Å → 1 Å	Sustancias radiactivas y reactores nucleares



Para interpretar ciertos fenómenos de óptica, es necesario tener en cuenta la naturaleza ondulatoria de la luz

VII. DIFRACCIÓN

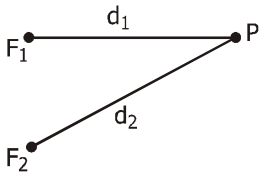
Nos muestra que la luz se "curva" alrededor de los objetos. Si hacemos llegar un frente de ondas (por ejemplo ondas de agua) sobre una rendija, el resultado varía según el tamaño de la rendija. Sólo si la longitud de onda es mayor que el tamaño de la rendija se observa que el orificio se convierte en foco emisor de ondas dando lugar al fenómeno de la difracción.



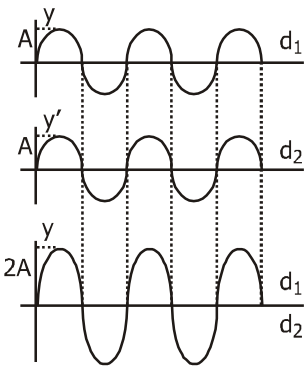
VIII. INTERFERENCIA

La palabra interferencia se refiere a los efectos físicos que resultan al superponer dos o más trenes de onda. Para que se dé una interferencia que no varíe con el tiempo (estacionaría) se requieren las siguientes con-diciones:
(1) Las ondas deben ser de la misma naturaleza.
(2) Las ondas deben poseer la misma frecuencia (velocidad).

Consideremos que las ondas provienen de 2 focos puntuales distintos y que cada una recorre distancias diferentes. Supongamos que los focos producen los máximos y mínimos de las ondas al mismo tiempo, o sea que están en fase (focos coherentes).



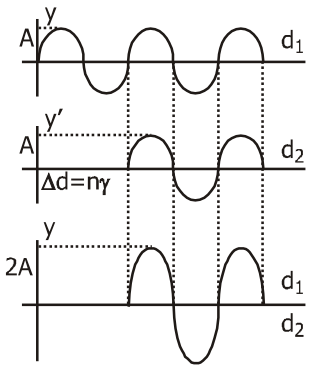
Consideremos dos ondas de la misma amplitud "A" y frecuencia "f" al cabo de un cierto tiempo recorriendo la misma distancia. la suma de las elongaciones Y = y + y' en la figura muestra que se obtiene una onda sinusoidal de la misma frecuencia, pero de amplitud "2A". Esto implica que la intensidad de la onda resultante es el cuádruple de una cualquiera de las ondas que se superponen.



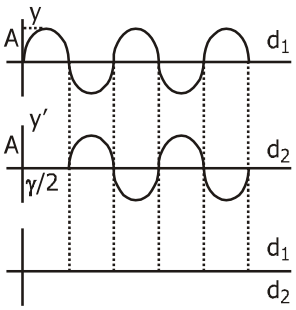
Notemos que se obtiene el mismo resultado si las dos ondas tienen entre si una diferencia de camino d, igual a un número entero de longitud de onda γ.

$$\boxed{\Delta d = N\gamma} \quad N = 0; 1; 2; 3; \ldots$$

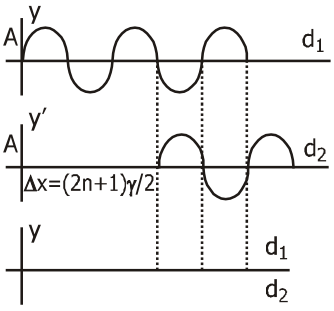
En este caso se dice que las ondas llegan en fase al punto "P" y que se produce una interferencia constructiva.



Si las 2 ondas tienen entre si una diferencia de caminos igual a γ/2, la suma de las elongaciones es siempre cero. Luego la intensidad de la onda resultante es nula. Observemos que el mismo efecto se obtiene si la diferencia de camino es un número impar de γ/2, es decir: Δd = (2N − 1) γ/2 (N = 1; 2; 3; ...).



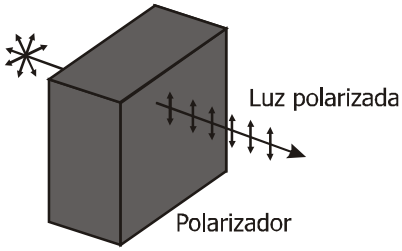
En este caso se dice que las ondas llegan al punto "P" en oposición de fase y que se produce una interferencia destructiva.



Si las amplitudes de las ondas son diferentes se obtiene una onda de igual frecuencia pero de amplitud igual a la diferencia de las amplitudes de las ondas.

IX. POLARIZACIÓN

Nos indica que las vibraciones luminosas son transversales.
En las ondas transversales, existen multitud de planos posibles de vibración, si mediante algún mecanismo obligamos que la onda vibre en un solo plano, tenemos una onda polarizada.
Así para la luz, que es la propagación de un campo eléctrico y magnético perpendiculares a la dirección de propagación, si interponemos un filtro especial solamente se deja pasar aquellas vibraciones que tengan un dirección determinada, obteniéndose luz polarizada.



X. ENERGIA TRANSPORTADA POR O.E.M.

Hemos visto que las O.E.M. están constituidas por campos eléctrico y magnético en movimiento. Con cada uno de ellos se relaciona energía, por lo que las O.E.M. llevan energía a través del espacio. Con el campo eléctrico se relaciona una densidad de energía dada por:

$$U_E = \frac{\text{Energía}}{\text{Volumen}} = \frac{\varepsilon_o E^2}{2}$$

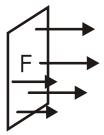
Densidad de energía eléctrica

Pero el campo eléctrico y magnético de una O.E.M. transportan la misma cantidad de energía por lo que la densidad de energía total esta dada por:

$$U = U_E + U_B = \varepsilon_o E^2 = \frac{B^2}{\mu_o}$$

Densidad de energía electromagnética

Una cantidad muy empleada para medir la energía de una onda es su intensidad la cual se define como:



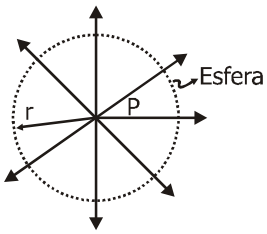
$$I = \frac{\text{Potencia}}{\text{Area}} = CU \Rightarrow I = C\varepsilon_o E^2 = \frac{CB^2}{\mu_o}$$

Considerando una onda sinusoidal se tiene que el valor medio de campo eléctrico (magnético) es igual a $(1/\sqrt{2})$ de su valor maximo (Eo) o amplitud razón por la cual la intensidad de la onda esta dada por.

$$I = CU = \frac{C\varepsilon_o E_o^2}{2} = \frac{CB_o^2}{2\mu_o}$$

Intensidad media

Para el caso particular de una fuente puntual la cual emite uniformemente en todas las direcciones una potencia P, la intensidad esta dada por:



$$I = \frac{\text{Potencia}}{\text{Area}} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

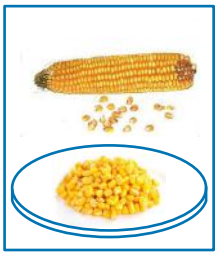
FÍSICA MODERNA

I. TEORÍA CUÁNTICA

Es aquella que se encarga de estudiar la cuantificación de la energía (cuantum) o paquetes de energía.
La revolución de esta teoría consiste en descubrir que la energía existe en forma discreta y no en forma contínua.

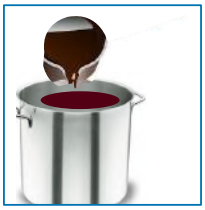
A. Analogia

Los granos de maíz se pueden cuantificar, es decir existe un elemento mínimo, el grano luego se puede contar; 1; 2; 3; ...; n granos (forma discreta).



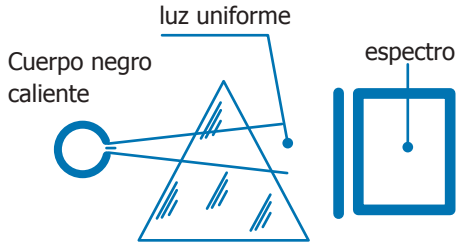
La cantidad de agua varía en forma continua (aparentemente).
Uno de los pioneros de esta teoría fue el físico alemán Max Planck (1858 – 1947). El análisis científico se explica a continuación: Si se dirige un rayo de luz de un cuerpo incandescente hasta un prisma, se formaría un

espectro de luz aparentemente contínuo. El cuerpo caliente, emite radiaciones que dan un aspecto contínuo, sin embargo, la luz emitida no es uniforme, pues depende de:



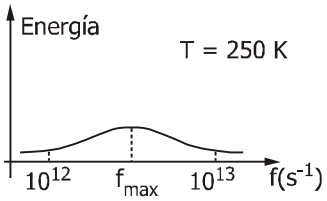
- La naturaleza química;
- y de la temperatura del cuerpo.

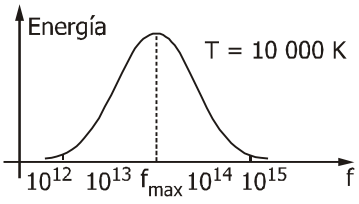
Ahora; para que la luz emitida sea uniforme a una determinada temperatura independiente de la naturaleza química del cuerpo, se hizo uso del cuerpo negro.



Cuando el cuerpo negro es calentado hasta alcanzar una temperatura suficientemente elevada, este emite luz uniforme.

Algunos científicos utilizando el montaje de la figura midieron experimentalmente la intensidad contenida en cada región del espectro, obteniéndose diversas curvas entre las cuales podemos citar.





Llegando a varias conclusiones; entre ellas:

Cuando la temperatura del cuerpo negro aumenta, $f_{máx}$. aumenta cumpliendo

$$\frac{f_{max}}{T} = Cte.$$

Por otro lado los trabajos de Maxwell y Hertz llevaron a Max Planck a afirmar que la radiación se origina en cada electrón, que oscila con una frecuencia "f" dada (osciladores eléctricos miscroscópicos).

Planck llevó a cabo varios modelos matemáticos, de los cuales la única manera de llegar a la misma respuesta experimental era asumiendo que un oscilador podría emitir sólo ciertas energías, es decir, que son múltiplos de hf(h = Cte de Planck), f = frecuencia.

En síntesis, la energía de un oscilador puede ser:

0;1hf; 2hf; 3hf; ... nhf

E = nhf

n = número entero

h = $6{,}63.10^{-34}$ Joule–s (constante de Planck)

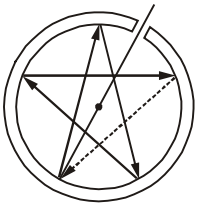
E = energía

f = frecuencia

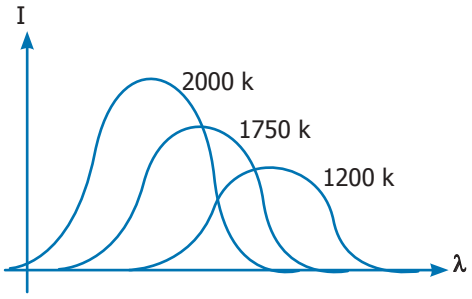
En otras palabras, la emisión de energía por estos electrones está cuantificada o dividida en Paquetes cada una con magnitud hf (cuantum), por ende, el cambio de energía en saltos y súbitamente. (Un gran descubrimiento).

B. Cuerpo negro

Es quel que absorve en un 100% toda radiación que cae sobre él, y no refleja nada. Un modelo ideal de cuerpo negro es una esfera de hierro con un orificio muy pequeño a través del cual se puede ver su interior. En la figura se observa que una radiacción ingresa a la esfera hueca; esta se refleja varias veces hasta que al final es absorvida totalmente. También sería preferible llamarlo radiador integral, en lugar de cuerpo negro, porque a temperatura suficientemente elevada el cuerpo negro emite "luz uniforme", lo cual contrasta con su nombre.



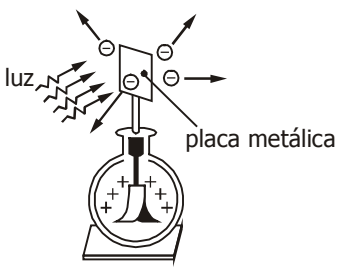
Espectro de radiación (1899) de cuerpo negro a tres temperaturas diferentes.



II. EFECTO FOTOELÉCTRICO

Es aquel fenómeno en el cual, ciertas placas metálicas emiten electrones cuando se someten a la acción de luz.

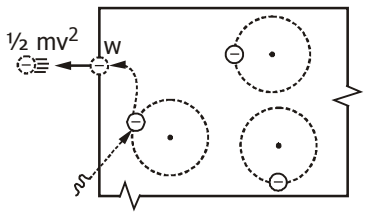
El fenómeno se hace más acentuado cuando las radiaciones son de alta frecuencia (ondas ultravioletas) y con metales como el cesio, el sodio y el potasio.



A. ¿Cómo explicar la naturaleza de dicho fenómeno?

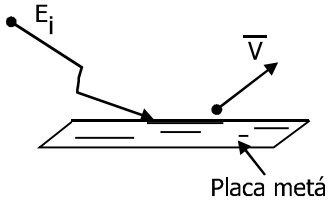
Albert Einstein, científico alemán nacionalizado en EEUU. propuso basarse en los estudios de Max Planck (el Cuantum). Einstein llamó al Cuantum de luz: Foton o partícula de luz.

Con esto la luz es tratada como si tuviera naturaleza corpuscular. Al igual que Planck, Einstein planteó su modelo matemático, el cual fue afinado hasta que al final obtuvo.



B. Otro punto de vista

$$Ei = \phi_0 + Ec_{máx}$$



Ei = energía incidente

$\theta_0 = hf_0$.

$$\varnothing_0 = hf_0 . \begin{cases} \varnothing_0 = \text{función trabajo} \\ \quad\quad \text{o energia umbral} \\ f_0 = \text{frecuencia umbral} \end{cases}$$

$E_{c_{máx}}$ = energía cinética máxima electrónica.

$$E_{c_{máx}} = \frac{1}{2} m V^2$$

De la conservación de energía:

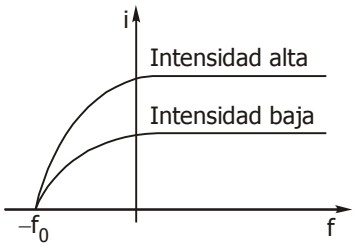
$$E_{c_{máx}} = |q| . \Delta V$$

q: carga del electrón

ΔV: potencial de frenado

Resultados experimentales

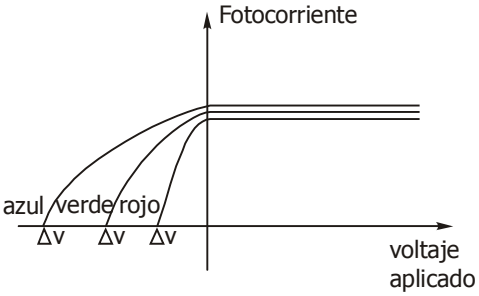
- Para cada metal una frecuencia umbral.
- $f \geq f_0$ para que haya emisión de electrones.
- $E_{c_{máx.}}$ de los electrones emitidos es proporcional a $f - f_0$ e independiente de la intensidad de la radiación incidente.



C. Frecuencia constante

v_0 es el mismo sin importar la intensidad.

Se denomina potencial de frenado, al voltaje aplicado tal que anula la fotocorriente.



El potencial de frenado (ΔV) es diferente para cada frecuencia.

Nota:
La función trabajo ϕ es la energía mínima requerida por un electrón para abandonar la superficie del metal.

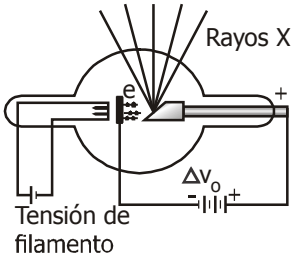
D. Generación de rayos - X

Se llama así a la radiación electromagnética emitida cuando los electrones son frenados violentamente al chocar contra un material (blanco). Los electrones son previamente acelerados por una diferencia de potencial eléctrico ΔV.

En el tubo la energía potencial eléctrica eVo, se convierte en energía cinética del electrón y cuando choca contra el blanco se generan los rayos X (bremsstrahlung), es decir se conserva la energía.

$$|q| \Delta V = \frac{1}{2} m V^2$$

Los electrones provienen del filamento caliente y son acelerados por la fuente de alta tensión . Al chocar con el blanco se genera la radiación.



Si k = 0; entonces $f = f_{máx} = C/\lambda_m$

Luego: $\lambda_m = \frac{hc}{|q|\Delta V}$

Experimentalmente se obtiene la curva continua, donde se resalta la aparición de una longitud de onda mínima λ_m que contradice la predicción de la física clásica.

PROBLEMAS RESUELTOS

Problema 1

Halla la energía de un fotón cuya frecuencia es 200 MHz.

A) $13{,}20 \times 10^{-26}$ J
B) $14{,}12 \times 10^{-26}$ J
C) $15{,}12 \times 10^{-26}$ J
D) $16{,}12 \times 10^{-26}$ J
E) $17{,}12 \times 10^{-26}$ J

Resolución:

$\nu = 200\times10^{6}$ Hz
$h = 6{,}6\times10^{-34}$ Joules
$E = nh^{4}$
Como se trata de un fotón: $n = 1$
$E = (1)(6{,}6\times10^{-34})\ (200\times10^{6})$
$E = 13{,}20\times10^{-26}$ J

Respuesta: A) $13{,}20\times10^{-26}$ J

Problema 2

Una popular estación de radio transmite a 730 kHz en A.M. mientras que en F.M. transmite a 89,1 MHz. ¿Cuántos fotones de A.M. son necesarios para obtener una energía total e igual a la de un fotón de F.M.?

A) 120 B) 121 C) 122
D) 123 E) 124

Resolución:

Dato: $f_{A.M} = 7{,}3 \times 10^{5}$ Hz
$f_{F.M} = 8{,}91 \times 10^{7}$ Hz
Nos piden el número de fotones (n) de A.M. para un foton de F.M.:
$h\nu_{F.M.} = nhf_{A.M.}$
$8{,}91\times10^{7} = n(7{,}3\times10^{5})$
$n = 122$ fotones

Respuesta: C) 122

Problema 3

El profesor utiliza un puntero láser ($\lambda = 4\,000$ A) el cual tiene una potencia de 5 mW. Si lo utiliza para apuntar perpendicularmente a la pizarra. Calcula aproximadamente el número de fotones que la pizarra recibe en cada segundo.

A) 10^{16} B) 11^{16} C) 12^{16}
D) 13^{16} E) 14^{16}

Resolución:

Dato: $\lambda = 4\,000\text{A} = 4 \times 10^{-7}$ m
$P = \frac{nhc}{\lambda t}$ 1
Dato: $P = 5$ mW $= 5\times10^{-3}$ J/s
Luego: Para 1s $\Rightarrow E = 5 \times 10^{-3}$ J
Nos piden: n = ?; para 1 s
En 1:
$n = 10^{16}$ fotones

Respuesta: A) 10^{16}